



TUGAS AKHIR - MO 141326

ANALISA POLA ARUS DAN SEDIMENTASI DI DAERAH MUARA SUNGAI KALI BUNTUNG, TAMBAK OSO SURABAYA

ANDINA DIANIKA AZZAHRA

NRP. 4311 100 059

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc

Suntoyo, S.T., M. Eng., Ph. D

JURUSAN TEKNIK KELAUTAN

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2015



FINAL PROJECT - MO 141326

ANALYSIS OF CURRENT PATTERN AND SEDIMENTATION ON KALI BUNTUNG RIVER ESTUARY, TAMBAK OSO, SURABAYA

ANDINA DIANIKA AZZAHRA

REG. NUMBER 4311 100 059

Supervisors:

Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc

Suntoyo, S.T., M. Eng., Ph. D

DEPARTMENT OF OCEAN ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Institute Technology of Sepuluh Nopember

Surabaya

2015

**ANALISA POLA ARUS DAN SEDIMENTASI DI DAERAH
MUARA SUNGAI KALI BUNTUNG, TAMBAK OSO,
SURABAYA**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat

Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

pada

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kelautan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

ANDINA DIANIKA AZZAHRA

NRP. 4311 100 059

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc (Pembimbing 1)

2. Suntoyo, S. T., M. Eng., Ph. D (Pembimbing 2)



Surabaya, Agustus 2015

ANALISA POLA ARUS DAN SEDIMENTASI DI DAERAH MUARA SUNGAI KALI BUNTUNG, TAMBAK OSO, SURABAYA

Nama Mahasiswa : Andina Dianika Azzahra
NRP : 4311100059
Pembimbing : Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc
Suntoyo, S.T., M.Eng, Ph.D

ABSTRAK

Muara Tambak Oso terletak diperbatasan Kota Surabaya dan Kabupaten Sidorajo. Muara Tambak Oso ini merupakan hilir dari Sungai Kali Buntung. Banyak limbah industri dan rumah tangga menggenangi sungai. Terakumulasinya limbah mempengaruhi pola aliran sungai dan mengakibatkan transpor sedimen yang besar ke muara. Tugas akhir ini meneliti model pola arus dan penyebaran sedimen yang dilakukan dengan bantuan software modul hidrodinamika dan sebaran sedimen. Simulasi dilakukan dengan skenario pasang surut, debit sungai dan angin sebagai pembangkit. Pola arus pada wilayah ini dipengaruhi oleh aliran pasang surut laut. Besar kecepatan arus dari hasil simulasi di badan sungai adalah sekitar $0.0 - 0.18 \text{ m/s}$, sementara di daerah muara kecepatan arus sedikit lebih besar, yaitu sekitar $0.0 - 0.21 \text{ m/s}$. Nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang adalah 0.0004 g/m^3 dan surut adalah 1.254 g/m^3 . Besar nilai perubahan profil dasar perairan di daerah muara ke badan laut saat kondisi pasang adalah 0.0053 meter dan surut adalah 0.0066 meter . Sedangkan daerah badan sungai, saat pasang adalah 0.043 meter dan surut adalah 0.046 meter . Daerah di depan mulut muara dan badan sungai mengalami sedimentasi. Nilai volume sedimen untuk *Line 2* sebesar 4827.8 m^3 , *Line 6* sebesar 228.4 m^3 , *Line 7* sebesar 727.91 m^3 dan *Line 8* sebesar 1465.82 m^3 .

Kata kunci: *muara, volume, arus, sedimentasi*

ANALYSIS OF CURRENT PATTERN AND SEDIMENTATION ON KALI BUNTUNG RIVER ESTUARY, TAMBAK OSO, SURABAYA

Name : Andina Dianika Azzahra
Reg. Number : 4311100059
Supervisors : Dr. Ir. Wahyudi, M. Sc
Suntoyo, S.T., M.Eng, Ph.D

ABSTRACT

Tambak Oso estuary is located in the border city of Surabaya and Sidorajo. Tambak Oso River estuary is Bungle river's downstream. Lots of industrials and households waste inundate the river. This waste accumulation will affect river's flow pattern and caused large sediment transport into estuary. This final project examines current patterns and deployment sediment with hydrodynamics modules software and sediment distribution. Simulations carried out with ebb scenario, river discharge and wind as power plant. Flow pattern in this region is influenced by the tide low. Large flow rate obtained from simulation results in the river body is about $0.0 - 0.18 \text{ m/s}$, while in the estuary area flow speed slightly larger, which is about $0.0 - 0.21 \text{ m/s}$. Sediments distribution simulation obtained the average sediment concentration value 0.0004 g/m^3 when the tide and ebb 1.254 g/m^3 . Bed level changes value in estuarine to the sea have 0.0053 meters tidal conditions and 0.0066 meters low tide. Tidal condition in river is 0.043 meters and 0.046 meters low tide. Sedimentation's occur in front of estuary with sedimentation values 4827.8 m^3 for Line 2, 228.4 m^3 for Line 6, 727.91 m^3 for Line 7 and 1465.82 m^3 for Line 8.

Keywords: estuary, volume, flow, sedimentation

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Alhamdulillah puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala limpahan rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik dan lancar. Tugas akhir ini berjudul **“Analisa Pola Arus dan Sedimentasi Di Daerah Muara Sungai Kali Buntung, Tambak Oso, Surabaya”**.

Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Studi Kesarjanaan (S-1) di Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan (FTK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Tugas Akhir ini membahas mengenai karakteristik pola arus, sebaran sedimen, dan perubahan profil dasar perairan beserta volume sedimentasi bila terjadi pendangkalan di daerah muara dan badan sungai.

Penulis menyadari dalam pengerjaan dan penulisan laporan ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan untuk penyempurnaan laporan Tugas Akhir ini. Penulis berharap semoga laporan ini bermanfaat dan dapat memberikan inspirasi bagi perkembangan teknologi di bidang rekayasa kelautan, baik bagi masyarakat luas, pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surabaya, Agustus 2015

Andina Dianika Azzahra

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	ix
UCAPAN TERIMA KASIH	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Muara Sungai	8
2.2.2 Sedimentasi	8
2.2.3 Pergerakan Angkutan Sedimen	9
2.2.4 Sifat-sifat Sedimen	10
2.2.5 Transportasi Sedimen	12
2.2.6 Pasang Surut	12
2.2.7 Pembangkit Gelombang Pasang Surut	15
2.2.8 Pola Arus Pasang Surut	15
2.2.9 Batimetri	16
2.2.10 Permodelan	16
2.2.11 Perhitungan Volume Metode <i>Cut and Fill</i>	20

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian	21
3.2 Metodologi Penelitian	22

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Daerah Studi	25
4.2 Batimetri Muara Tambak Oso	25
4.3 Rencana Pemodelan	26
4.3.1 Pengolahan Data Pasang Surut	26
4.3.2 Data Tanah (Butiran Sedimen)	27
4.4 Kondisi Batas Lingkungan dan Model	30
4.4.1 Kondisi Batas	30
4.4.2 Model	32
4.5 Simulasi Model Hidrodinamis dan Validasi	33
4.5.1 Validasi	33
4.5.2 Analisa Pola Arus	35
4.6 Hasil Pemodelan Sebaran Sedimen	39
4.6.1 Analisa Pola Penyebaran Sedimen	40
4.6.2 Analisa Perubahan Dasar Perairan	43

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	62

DAFTAR PUSTAKA	63
-----------------------------	----

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi ukuran butir dan sedimen	11
Tabel 4.1 Tabel Distribusi Butiran Sedimen Hasil Uji Laboratorium	28
Tabel 4.2 Perbandingan kecepatan arus simulasi dan data pengukuran sekunder	33
Tabel 4.3 Koordinat garis analisa pemodelan <i>bed level</i> dalam satuan UTM	44
Tabel 4.4 Hasil perhitungan volume dari Grid Volume <i>Line 2</i>	47
Tabel 4.5 Kumpulan nilai perubahan profil dasar perairan dan rata-ratanya	51
Tabel 4.6 Hasil perhitungan volume dari Grid Volume <i>Line 6</i>	48
Tabel 4.7 Hasil perhitungan volume dari Grid Volume <i>Line 7</i>	56
Tabel 4.8 Hasil perhitungan volume dari Grid Volume <i>Line 8</i>	58
Tabel 4.9 Besar nilai volume sedimentasi dan erosi	59
Tabel 4.10 Kumpulan nilai perubahan profil dasar perairan dan rata-ratanya	59

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Lokasi Studi.....	64
Lampiran B. Data Pasang Surut.....	69
Lampiran C. Peta Batimetri	72
Lampiran D. Data Kecepatan Arus	74
Lampiran E. Data Debit Sungai	76
Lampiran F. Data Angin	79
Lampiran G. Dokumentasi Uji Tanah.....	81
Lampiran H. Hasil Uji Tanah.....	86
Lampiran I. Distribusi Ukuran Tanah.....	91

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Muara sungai merupakan daerah perbatasan antara sungai dengan laut. Daerah ini juga disebut dengan bagian hilir dari sungai. Selain itu, daerah ini kerap kali terjadi sirkulasi aliran antara air tawar yang dibawa oleh sungai dan air asin yang mengalir dari lautan. Muara sungai merupakan daerah hilir sungai yang kerap kali memiliki debit air yang tinggi bila dibandingkan dengan debit air di daerah hulu sungai. Muara sungai dipengaruhi pasang surut laut yang terkadang memiliki debit sangat besar daripada debit air di muara sungai. Sehingga biasanya pengaruh arus pasang surut dapat mencapai aliran sungai jauh sampai ke hulu, yang mengakibatkan ketinggian air sungai bertambah.

Dalam alurnya, sungai biasanya membawa berbagai material di sepanjang alirannya. Diantaranya adalah tanah, sedimen, garam dan limbah (Triadmodjo, 2012). Bila keadaan di hilir muara sungai berada dalam keadaan tenang, maka material yang dibawa oleh sungai atau pun yang terdorong dari lautan akan mengendap di muara tersebut. Sebenarnya tidak semua material mengendap di area muara sungai, di sepanjang aliran sungai pun juga terjadi pengendapan sedimen. Namun material yang butirannya lebih besar seperti batu atau pasir, akan mengendap terlebih dahulu. Sedangkan butiran yang halus atau sangat halus, akan mengendap di muara sungai.

Salah satu daerah muara sungai yang ada di Surabaya yaitu Muara Tambak Oso. Secara administratif, Muara Tambak Oso terletak di perbatasan Kota Madya Surabaya dengan Kabupaten Sidorajo. Muara Sungai Tambak Oso ini merupakan akhir aliran dari Sungai Kali Buntung. Bagian hulu dimulai dari Kecamatan Krian kemudian mengalir ke Kecamatan Taman, Kecamatan Waru dan Kecamatan Waru sampai muara (Selat Madura) \pm 34 km (Ikhsan, 2005).

Di sekitar aliran sungai hingga ke estuari dari Sungai Kali Buntung ini sangat dekat dengan pemukiman penduduk dan pabrik industri. Keadaan

sungai ini sangat memprihatinkan, karena sepanjang aliran sungai banyak sekali sampah-sampah berhamburan. Baik sampah dan limbah dari pabrik industri maupun rumah tangga. Hal ini tentu saja membuat Sungai Kali Buntung tercemar. Tercemarnya sungai tersebut akan menimbulkan akumulasi timbunan sampah dan limbah yang dapat mempengaruhi pola aliran pada sungai hingga estuari dan laut. Akumulasi ini dapat memberikan resiko adanya banjir saat musim penghujan di daerah sekitar aliran sungai. Jika banjir terjadi, air tidak dapat ditampung di hulu maka daerah pemukiman penduduk dan sekitarnya akan tergenang luapan air sungai. Akumulasi sampah dan limbah mengakibatkan juga adanya transpor sedimen yang besar menuju ke muara. Akumulasi di muara sungai ini juga kerap kali merugikan nelayan sekitar. Karena saat surut tiba, perahu nelayan akan kandas dan hal ini membuat mereka terdampar di sekitar muara sungai. Sehingga untuk kembali pulang, para nelayan harus menunggu laut kembali pasang. Untuk bisa mengetahui penyebaran aliran sungai dan transpor sedimen diperlukan studi lebih lanjut. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikaji pola aliran sungai dan penyebaran sedimen akibat banyaknya sampah dan limbah yang ada di muara Tambak Oso. Sehingga dapat digunakan untuk menganalisa dampaknya terhadap perubahan dasar perairan muara Tambak Oso ini dengan dilakukan pemodelan *software*.



Gambar 1.1 Lokasi studi penelitian (Google Earth, 2015)

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Bagaimanakah karakteristik pola arus yang terjadi di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso?
2. Bagaimanakah penyebaran sedimen di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso?
3. Bagaimana perubahan profil dasar perairan dan besar volumenya bila terjadi pendangkalan di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso?

1.3 Tujuan

Dari perumusan masalah di atas, tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan pola arus yang terjadi di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso.
2. Mengetahui penyebaran sedimen di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso.
3. Mendapatkan perubahan profil dasar perairan dan mendapatkan nilai volume bila terjadi pendangkalan di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso.

1.4 Manfaat

Manfaat dari hasil analisa studi pola arus dan sedimentasi di daerah Muara Sungai Kali Buntung yang bertempat di Tambak Oso ini adalah didapatkannya karakteristik pola sebaran aliran dan penyebaran sedimen serta perubahan profil dasar perairan yang terjadi di muara sungai tersebut. Dari hasil studi ini Diharapkan dapat memberikan bahan pertimbangan bagi pemerintah dalam pengambilan keputusan untuk permasalahan pencemaran sungai dan penanganan sedimentasi yang terjadi di muara.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah:

1. Daerah pengamatan di pusatkan pada daerah muara Sungai Kali Buntung.

2. Dalam penelitian ini hanya akan dilakukan analisa terhadap pola arus dan sedimentasi dan analisa perubahan profil dasar perairan muara (*bed level change*).
3. Analisis yang dilakukan hanya analisis pengaruh pasang surut terhadap pola arus dan sedimentasi dan perubahan profil dasar perairan.
4. Data bathimetri, angin, pasang surut, debit sungai dan data arus merupakan data sekunder tahun 2014. Data butiran sedimen merupakan data primer.
5. Data debit sungai diasumsikan konstan dan ukuran butir sedimen merata di lokasi studi.
6. Data gelombang, pengaruh angin, temperatur air, dan kualitas air diabaikan.
7. Hanya melakukan simulasi hidrodinamika dan transpor sedimen. Simulasi dilakukan 15 hari pada model.
8. Analisa hanya menggunakan satu lapisan material tanah, yaitu pasir.
9. Profil konsentrasi suspended sedimen diasumsikan konstan dari dasar hingga permukaan, profil arah arus diasumsikan konstan dari dasar hingga permukaan.
10. Pembahasan perubahan profil dasar muara Tambak Oso berdasarkan pada parameter arus, pasang surut dan transpor sedimen yang berasal dari sungai.
11. Software yang digunakan untuk Tugas Akhir ini adalah MIKE 21 (modul hidrodinamika dan modul transpor sedimen material berupa pasir).

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir terbagi menjadi lima bab. Ada pun penjelasan lebih lanjut untuk setiap babnya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini, menjelaskan tentang hal apa saja yang melatarbelakangi sehingga studi ini dilakukan, permasalahan apa yang akan dibahas, tujuan yang ingin dicapai, manfaat yang diperoleh dari studi ini, batasan-batasan masalah yang diterapkan dan sistematika penulisan yang digunakan dalam Tugas Akhir ini.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA dan DASAR TEORI

Selama proses pengerjaan dan penyelesaian Tugas Akhir ini, penulis menggunakan dasar-dasar teori, berbagai macam persamaan dan rumus serta *software*, sehingga dalam bab ini akan dicantumkan hal-hal tersebut sebagai rujukan dalam melakukan analisis. Selain itu, juga berisi tentang penelitian-penelitian yang sudah dilakukan terkait topik dalam Tugas Akhir ini.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini lebih menguraikan tentang tahapan-tahapan dan metode yang digunakan untuk mengerjakan Tugas Akhir ini dalam bentuk diagram alir.

BAB IV ANALISIS dan PEMBAHASAN

Bab ini berisi data hasil pengumpulan hasil-hasil analisis. Selain itu, dijelaskan pula langkah analisis terhadap rumusan-rumusan permasalahan yang dihadapi dan disampaikan hasil akhir analisis terhadap data yang dilakukan hingga dapat menjawab permasalahan pada Tugas Akhir ini.

BAB V KESIMPULAN dan SARAN

Merupakan bab terakhir yang berisi kesimpulan dari Tugas Akhir dengan mengacu pada hasil dari analisis pada bab sebelumnya. Di samping itu, saran-saran bagi peneliti lain yang hendak mengembangkan penelitian dengan topik yang sama juga disampaikan dalam bab ini.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Sumber utama material sedimen yang terdapat pada sebagian besar proses sedimen dasar laut berasal dari daratan, dimana erosi dan pelapukan sangat nyata terhadap pengikisan daratan menuju ke laut. Erosi dan sedimentasi pantai tergantung pada kondisi angkutan sedimen pada suatu lokasi pantai tertentu yang dipengaruhi oleh alam seperti angin, arus, arus sejajar pantai, pasang surut, gelombang, aliran sungai, naiknya permukaan air laut serta kemungkinan adanya gangguan aktivitas manusia (Wahyuni, 2014).

Sedimen transport berperan penting dalam berbagai masalah teknik pantai. Erosi yang tidak diinginkan pada bangunan pantai, abrasi garis pantai, atau pengendapan sedimen/ pelumpuran pada alur pelabuhan atau muara adalah beberapa contoh permasalahan berkaitan dengan sedimen transport ini. Pengetahuan mengenai sedimen transport ini berguna untuk memperkirakan kecepatan dan jumlah transport sedimen. Secara garis besar ada dua jenis sedimen yang ditransportasikan, yaitu *cohesive* dan *non-cohesive*. Transport sediment kohesif sering diistilahkan menjadi *Suspended Load Transport* karena kebanyakan sifatnya melayang di air, sementara transport sedimen non-kohesif sering disebut dengan *Bed Load Transport*. Pada beberapa literatur sering disebut *Littoral transport* untuk *Bed Load Transport* dan *Mud Transport* untuk *Suspended Load Transport* (Pratikto, 1997).

Transport sedimen merupakan perpindahan material dari suatu tempat ke tempat lainnya. Perpindahan ini berupa penambahan (*inflow*) atau pengurangan (*outflow*). Jika *outflow* lebih banyak dari pada *inflow* maka akan terjadi erosi dan sebaliknya *outflow* lebih sedikit dibandingkan dengan *inflow* maka akan terjadi akresi. Selanjutnya transport sedimen terjadi dalam tiga tahapan, yaitu teraduknya material kohesif dari dasar laut hingga tersuspensi atau lepasnya material non-kohesif dari dasar laut, perpindahan material secara horizontal serta pengendapan (Achmad, 2011).

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Muara Sungai

Muara sungai adalah bagian hilir dari sungai yang berhubungan dengan laut. Muara sungai adalah bagian sungai yang dipengaruhi oleh pasang surut. Pengaruh pasang surut terhadap sirkulasi aliran (kecepatan/debit, profil muka air, dan intrusi air asin) di estuari dapat sampai jauh ke hulu sungai, yang tergantung pada tinggi pasang surut, debit sungai dan karakteristik estuari (tampang aliran, kekasaran dinding, dan sebagainya).

Muara sungai berfungsi sebagai pengeluaran atau pembuangan debit sungai, terutama pada waktu banjir, ke laut. Karena letaknya yang berada di ujung hilir, maka debit aliran di muara adalah lebih besar dibandingkan padaampang sungai di sebelah hulu. Selain itu muara sungai juga harus melewati debit yang ditimbulkan oleh pasang surut, yang bisa lebih besar dari debit sungai. Sesuai dengan fungsinya tersebut, muara sungai harus cukup lebar dan dalam. Permasalahan yang sering dijumpai adalah banyaknya endapan di muara sungai, sehinggaampang alirannya kecil, yang dapat mengganggu pembuangan debit sungai ke laut. Ketidaklancaran pembuangan tersebut dapat mengakibatkan banjir di daerah sebelah hulu muara (Triatmodjo, 2012).

2.2.2 Sedimentasi

Sedimentasi adalah proses pengendapan suatu material yang terkait oleh aliran dari bagian hulu akibat erosi (Wicaksono, 2014). Media pengendapan pada proses sedimentasi bermacam-macam. Sedimentasi dapat melalui media air, angin, dan es. Hasil sedimentasi dengan media air (air sungai) dapat berupa delta yang terdapat di ujung hilir sungai, hasil sedimentasi dengan media angin dapat berupa kumpulan atau gundukan pasir yang terdapat di gurun pasir, juga berada di tepi pantai sedangkan hasil sedimentasi dengan media es dapat berupa glasier.

Sedimentasi terjadi karena terdapat suplai muatan sedimen yang tinggi di lingkungan pantai. Proses sedimentasi berlangsung terus selama

suplai muatan sedimentasi yang banyak dari daratan masih terus terjadi (Damerianne, 2013).

2.2.3 Pergerakan Angkutan Sedimen

Sedimen dapat berada di berbagai lokasi dalam aliran, tergantung pada keseimbangan antara kecepatan ke atas pada partikel (gaya tarik dan gaya angkat) dan kecepatan pengendapan partikel. Ada 3 (tiga) macam pergerakan angkutan sedimen yaitu diantaranya (Ronggodigdo, 2011) :

1. *Bed Load Transport*

Partikel kasar yang bergerak di sepanjang dasar sungai secara keseluruhan disebut dengan bed load. Adanya bed load ditunjukkan oleh gerakan partikel di dasar sungai yang ukurannya besar, gerakan itu dapat bergeser, menggelinding atau meloncat-loncat, akan tetapi tidak pernah lepas dari dasar sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif lambat, sehingga material yang terbawa arus sifatnya hanya menggelinding sepanjang saluran.

2. *Wash Load Transport*

Wash load adalah angkutan partikel halus yang dapat berupa lempung (*silk*) dan debu (*dust*), yang terbawa oleh aliran sungai. Partikel ini akan terbawa aliran sampai ke laut, atau dapat juga mengendap pada aliran yang tenang atau pada air yang tergenang. Sumber utama dari *wash load* adalah hasil pelapukan lapisan atas batuan atau tanah di dalam daerah aliran sungai. Pada kondisi ini pengangkutan material terjadi pada aliran yang mempunyai kecepatan aliran yang relatif cepat, sehingga material yang terbawa arus membuat loncatan-loncatan akibat dari gaya dorong pada material tersebut.

3. *Suspended Load Transport*

Suspended load adalah material dasar sungai (*bed material*) yang melayang di dalam aliran dan terutama terdiri dari butir pasir halus

yang senantiasa mengambang di atas dasar sungai, karena selalu didorong ke atas oleh turbulensi aliran. Jika kecepatan aliran semakin cepat, gerakan loncatan material akan semakin sering terjadi sehingga apabila butiran tersebut tergerus oleh aliran utama atau aliran turbulen ke arah permukaan, maka material tersebut tetap bergerak (melayang) di dalam aliran dalam selang waktu tertentu.

2.2.4 Sifat- Sifat Sedimen

Selain dari pergerakan sedimen tersebut juga sangat penting untuk mengetahui sifat-sifat dari sedimen itu sendiri. Sifat yang dimaksud adalah ukuran partikel dan distribusi sedimen, rapat massa, kecepatan endap, bentuk, dan tahanan terhadap erosi, dan sebagainya (Triadmodjo, 1999). Berikut ini adalah sedikit penjelasan dari sifat-sifat sediment:

a. Ukuran Partikel Sedimen

Distribusi ukuran butir merupakan salah satu sifat paling penting. Distribusi ukuran butir sedimen tersebut dapat mempengaruhi proses transport sediment sehingga akan mempengaruhi besar kecilnya kemungkinan erosi atau abrasi. Berdasarkan ukuran butir, sedimen dapat diklasifikasikan menjadi lempung, lumpur, pasir, kerikil, koral, dan batu. Distribusi ukuran butir dianalisis dengan saringan dan direpresentasikan dalam bentuk kurva presentasi berat kumulatif. Untuk mengukur derajat penyebaran ukuran butiran terhadap nilai rerata sering digunakan koefisien S_0 yang didefinisikan sebagai rumus berikut ini:

$$S_0 = \sqrt{\frac{D_{75}}{D_{25}}} \quad 2.1$$

Dengan D_p merupakan ukuran dimana $p\%$ dari berat sampel lebih halus dari diameter butir tersebut. Apabila $1,0 \leq S_0 \leq 1,5$ ukuran butir pasir seragam, untuk $1,5 \leq S_0 \leq 2,0$ penyebaran ukuran pasir sedang, sementara untuk $2,0 \leq S_0$ berarti gradasi ukuran pasir bervariasi (Triatmodjo, 2012).

Tabel 2.1 Klasifikasi ukuran butir dan sedimen (Triatmodjo, 2012)

Klasifikasi		Diameter Partikel	
		mm	Satuan phi
Batu		256	-8
Cobble		128	-7
Koral (Pebble)	Besar	64	-6
	Sedang	32	-5
	Kecil	16	-4
	Sangat kecil	8	-3
Kerikil		4	-2
Pasir	Sangat kasar	2	-1
	Kasar	1	0
	Sedang	0,5	1
	Halus	0,25	2
	Sangat halus	0,125	3
Lumpur	Kasar	0,063	4
	Sedang	0,031	5
	Halus	0,015	6
	Sangat halus	0,0075	7
Lempung	Kasar	0,0037	8
	Sedang	0,0018	10
	Halus	0,0009	11
	Sangat halus	0,0005	12
		0,0003	

Ukuran partikel juga menunjukkan proses pengangkutan dan pengendapan material, misalnya kemampuan air atau angin untuk memindahkan partikel. Ukuran partikel sangat penting dalam menentukan tingkat pengangkutan sedimen ukuran tertentu dan tempat sedimen tersebut terakumulasi di laut (Wahyuni, 2014).

b. Rapat Massa

Rapat massa adalah massa tiap satuan volume. Rapat massa sendiri mempunyai korelasi antara berat jenis dengan persamaan:

$$\gamma = \rho \cdot g \quad 2.2$$

dimana persamaan ini merupakan fungsi dari komposisi mineral. Untuk sedimen kohesif rapat massa sedimen tergantung pada konsentrasi endapan dan konsentrasi konsolidasi endapan yang dipengaruhi oleh waktu konsolidasi. Di samping itu juga ada rapat relative yang merupakan perbandingan antara rapat massa suatu zat dengan rapat massa air 4⁰. Rapat massa air pada temperatur tersebut yakni 1000 kg/m³ (Wicaksono, 2014).

2.2.5 Transpor Sedimen

Transpor sedimen sangat berperan penting dalam berbagai masalah teknik pantai. Hal ini berkaitan dengan sedimentasi dan erosi garis pantai atau pengendapan sedimen pada muara sungai atau muara. Pengetahuan tentang transpor sedimen memungkinkan untuk dapat memperkirakan kecepatan dan jumlah transpor sedimen yang terjadi sehingga dapat diprediksikan seberapa besar perubahan garis pantai dalam kurun waktu tertentu. Seluruh proses siklus yang terus-menerus yang dapat dilihat sebagai berikut (Achmad, 2011) :

Soil erosion → Sediment transport → Sedimentation

2.2.6 Pasang Surut

Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik menarik benda-benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Perubahan pasang surut seiring dengan perubahan posisi diantara ketiganya. Dari sekian banyak benda-benda langit yang mempengaruhi proses pembentukan pasut air laut, hanya matahari dan bulan yang sangat mempengaruhi proses pembentukan pasang surut air laut, melalui tiga gerakan utama yang menentukan pergerakan muka air laut di bumi (Zakaria, 2009). Tiga gerakan utama tersebut adalah sebagai berikut:

1. Revolusi bulan terhadap bumi, dimana orbitnya berbentuk elips dan memerlukan waktu 29,5 hari untuk menyelesaikan revolusinya.
2. Revolusi bumi terhadap matahari, dengan orbitnya berbentuk elips juga dan periode yang diperlukan untuk ini adalah 365,25 hari.

3. Rotasi bumi yang memerlukan waktu 24 jam. Akibat adanya fenomena pasang surut tersebut maka elevasi muka air laut selalu berubah secara periodik. Untuk itu diperlukan suatu elevasi yang dapat dijadikan sebagai pedoman didalam perencanaan suatu breakwater. Beberapa elevasi tersebut adalah permukaan air tertinggi (HWS), elevasi muka air rata-rata (MSL), elevasi muka air terendah (LWS).

Secara umum tipe pasang surut di berbagai daerah dapat dibedakan dalam empat tipe berdasarkan pada nilai Formzahl, F , diperoleh dari persamaan:

$$F = \frac{K1 + O1}{M2 + S2}$$

di mana:

$K1$ dan $O1$ = konstanta pasang surut harian utama

$M2$ dan $S2$ = konstanta pasang surut ganda utama

Tipe pasang surut tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pasang surut harian ganda (*semidiurnal tide*) $F \leq 0,25$

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut dengan tinggi yang hampir sama dan pasang surut terjadi secara berurutan secara teratur. Tipe pasang surut rata-rata adalah 12 jam 24 menit. Pasang surut jenis ini terdapat di selat Malaka sampai laut Andaman.

2. Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*) $F > 3,00$

Dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut dengan periode pasang surut adalah 24 jam 50 menit. Pasang surut tipe ini terjadi di perairan selat Karimata.

3. Pasang surut campuran condong ke ganda (*mixed tide prevailing semidiurnal tide*). $0,25 < F \leq 0,50$

Dalam satu hari terjadi dua kali air pasang dan dua kali air surut, tetapi tinggi dan periodenya berbeda. Pasang surut jenis ini banyak terdapat diperairan Indonesia Timur.

4. Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed tide preveailing diurnal tide*) $0,50 < F \leq 3,00$.

Pada tipe ini, dalam satu hari terjadi satu kali air pasang dan satu kali air surut, tetapi kadang-kadang untuk sementara waktu terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan ringgi dan periode yang sangat berbeda. Pasang surut jenis ini terdapat selat Kalimantan dan pantai utara Jawa Barat.

Mengingat elevasi muka air laut selalu berubah setiap saat, maka diperlukan suatu elevasi yang ditetapkan berdasarkan data pasang surut, yang dapat digunakan sebagai pedoman didalam perencanaan suatu pelabuhan. Penentuan tinggi dan rendahnya pasang surut ditentukan dengan rumus-rumus sebagai berikut:

$$\text{MSL} = Z_0 + 1,1 (M_2 + S_2)$$

$$\text{DL} = \text{MSL} - Z_0 \quad \text{MHWL} = Z_0 + (M_2 + S_2)$$

$$\text{HHWL} = Z_0 + (M_2 + S_2) + (O_1 + K_1)$$

$$\text{MLWL} = Z_0 - (M_2 + S_2)$$

$$\text{LLWL} = Z_0 - (M_2 + S_2) - (O_1 + K_1)$$

$$\text{HAT} = Z_0 + (M_2 + S_2 + N_2 + P_1 + O_1 + K_1)$$

$$\text{LAT} = Z_0 - (M_2 + S_2 + N_2 + P_1 + O_1 + K_1)$$

dimana:

MSL = Muka air laut rerata (mean sea level), adalah muka air rerata antara muka air tinggi rerata dan muka air endah rerata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi di daratan.

MHWL = Muka air tinggi rerata (*mean high water level*)

DL = Datum level

HHWL = Muka air tinggi tertinggi (*highest high water level*)

MLWL = Muka air rendah rerata (*mean low water level*)

LLWL = Air rendah terendah (*lowest low water level*), adalah air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

HAT = Tinggi pasang surut

LAT = Rendah pasang surut

(Triatmodjo, 2012)

2.2.7 Pembangkit Gelombang Pasang Surut

Gaya sentrifugal bumi dan gravitasi bulan dan matahari pada bumi adalah gaya-gaya utama yang berpengaruh pada pasang surut air laut. Meskipun massa matahari sekitar $2,7 \times 10^7$ kali massa bulan, namun pengaruh gravitasi bulan sehubungan dengan letaknya yang lebih dekat dengan bumi, yaitu hampir dua kali pengaruh gravitasi matahari. Karena periode terjadinya yang begitu lama, pasang surut air laut adalah gelombang panjang yang merambat seperti gelombang air dangkal (*shallow water wave*), meskipun pasang surut terjadi pada laut yang paling dalam. Dalam perambatannya gelombang pasang surut dipengaruhi oleh hidrografi lepas pantai, gesekan, percepatan *Coriolis* dan efek resonansi (Pratikto, 1997).

2.2.8 Pola Arus Pasang Surut

Disamping arus karena debit, juga bekerja arus akibat dari pasang surut pada aliran sungai. Gerak vertical naik turun permukaan air laut karena pasang surut pada wilayah perairan dan interaksinya dengan batas-batas perairan tempat pasang surut. Tersebut terjadi menimbulkan gerak badan air ke arah horizontal. Batas-batas perairan tersebut dapat berupa dinding (pantai dan kedangkalan) dan lantai dasar. Istilah arus pasang surut kemudian diberikan pada fenomena ini yang merupakan gerak horizontal badan air menuju dan menjauhi pantai seiring dengan naik turunnya muka air laut yang disebabkan oleh gaya-gaya pembangkit pasang surut (Damerianne, 2013).

2.2.9 Batimetri

Batimetri merupakan ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi lantai samudera atau danau. Sebuah peta batimetri umumnya menampilkan relief lantai atau daratan dengan garis-garis kontur (*contour lines*) yang disebut kontur kedalaman (*depth contours* atau *isobath*) dan dapat memiliki informasi tambahan berupa informasi navigasi permukaan. Peta batimetri sendiri dapat diartikan dengan peta yang menggambarkan bentuk konfigurasi dasar laut dinyatakan dengan angka-angka kedalaman dan garis-garis kedalaman. Peta batimetri ini dapat divisualisasikan dalam tampilan 2 dimensi (2D) maupun 3 dimensi (3D). (Wahyuni, 2014).

Peta batimetri dalam aplikasinya memiliki banyak manfaat dalam bidang kelautan antara lain penentuan jalur pelayaran yang aman, perencanaan bangunan pinggir pantai, pendeteksian adanya potensi bencana tsunami di suatu wilayah, pertambangan minyak lepas pantai, dan pemeliharaan alur pelayaran. Selain itu, peta batimetri diperlukan untuk mengetahui kondisi morfologi suatu daerah perairan. Kondisi laut yang sangat dinamis sehingga peta batimetri harus selalu di perbarui dengan perubahan dan perkembangan kondisi perairan tersebut (Achmad, 2011).

2.2.10 Permodelan

a. Program MIKE Zero

MIKE Zero merupakan salah *software* yang dimiliki oleh DHI *Software*. Di sini penulis menggunakan DHI *Software Release* 2007. DHI *Software* ini berasal dari Denmark. MIKE Zero adalah nama umum milik DHI yang tergabung dengan grafik Windows secara keseluruhan untuk simulasi, pre dan post analisa proses, mempresentasikan dan memvisualisasi dengan orientasi proyek lingkungan. MIKE Zero ini memberikan akses untuk sistem modeling yang berbeda-beda. Salah satunya yaitu MIKE 21 (DHI *Water and Environment*, 2007).

b. Program MIKE 21

Merupakan paket *software engineering* yang meliputi permodelan untuk 2D aliran permukaan, seperti muara sungai, daerah pantai dan laut. MIKE 21 ini dapat diaplikasikan pada simulasi hidrolis yang berhubungan pada fenomena di danau, muara, teluk, area pantai dan lautan yang terstratifikasi dapat diabaikan. Di dalam laporan ini, penulis menggunakan paket ini untuk permodelannya (DHI *Water and Environment*, 2007).

c. Modul Hidrodinamik (MIKE 21)

Di dalam MIKE 21 ini terdapat modul *hydrodynamic* yang digunakan untuk memodelkan muka air dan arus di danau, muara, teluk, area pantai dan lautan. Model ini menyimulasikan arus unsteady dua dimensional dalam satu lapisan fluida dan telah banyak dipergunakan dalam penelitian. Persamaan berikut menggabungkan massa dengan momentum secara vertikal, yang menggambarkan sebagai arus dan variasi muka air. Berikut ini adalah persamaan umumnya (DHI *Water and Environment*, 2007):

$$\frac{\delta \zeta}{\delta t} + \frac{\delta p}{\delta x} + \frac{\delta q}{\delta y} = \frac{\delta d}{\delta t} \quad (2.3)$$

$$\frac{\delta \zeta}{\delta t} + \frac{\delta}{\delta x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\delta}{\delta y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\delta \zeta}{\delta x} \quad (2.4)$$

$$\frac{\delta \zeta}{\delta t} + \frac{\delta}{\delta y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\delta}{\delta x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\delta \zeta}{\delta x} \quad (2.5)$$

Dengan simbol yang digunakan dalam persamaan adalah:

$h(x,y,t)$	= kedalaman perairan ($= \zeta - d$, m)
$d(x,y,t)$	= kedalaman perairan yang bervariasi terhadap waktu (m)
$\zeta(x,y,t)$	= ketinggian permukaan (m)
$p, q(x,y,t)$	= berat jenis flux dalam arah x- dan y- ($m^3/s/m$)

g	= percepatan gravitasi (m^2/s)
x	= koordinat jarak sumbu x (m)
y	= koordinat jarak sumbu y (m)
t	= waktu (s)

d. Modul Sedimen Transpor (*Sand Transport MIKE 21*)

Modul *Sand Transport* (ST) merupakan aplikasi model dari angkutan sedimen non kohesif. MIKE 21 Flow Model FM adalah satu sistem modeling berbasis pada satu pendekatan mesh fleksibel. Dikembangkan untuk aplikasi di dalam oceanographic, rekayasa pantai dan alam lingkungan muara sungai. *Sand Transport Module* menghitung hasil dari pergerakan material non kohesif berdasarkan kondisi aliran di dalam modul hidrodinamik.

Pendekatan formula yang digunakan dalam sediment transport di modul ini adalah Engelund-Hansen model, Van-Rijn model, Engelund-Fredsøe model, serta Meyer-Peter-Müller model. Formula yang digunakan tersebut memadukan antara pengaruh arus dan gelombang dalam pergerakan sedimen. Persamaan pengatur yang digunakan dalam modul ini adalah sebagai berikut:

$$\frac{\partial z}{\partial t} = \frac{z(1+a-e^z)}{e^z(z-1)+1} \frac{1}{U_0} \frac{dU_0}{dt} + \frac{30K}{k} \sqrt{\frac{K^2 U_0^2 |z^2 U_{f0}^2| 2Kz U_{f0} U_0 \cos \gamma}{e^z(z-1)+1}} \quad (2.6)$$

Dimana:

K = Konstanta Von Karman

t = waktu

z = parameter tebal boundary layer

U_0 = kecepatan orbit dasar gelombang terdekat

U_{f0} = kecepatan geser arus dalam lapisan batas gelombang

γ = sudut antara arus dan gelombang

k = kekasaran dasar permukaan 2.5 d_{50} untuk lapisan *plane bed* dan 2.5 $d_{50} + kR$ untuk *ripple covered bed*

d_{50} = rata ukuran diameter

k_R = *ripple* yang berkaitan dengan kekasaran

Beberapa item output yang dihasilkan dari Modul Sand Transport (ST) ini adalah:

- Suspended Sediment Concentration (SSC)
- Suspended Load, x-component
- Suspended Load, y-component
- Total load, x-component
- Total load, y-component
- Rate of bed level change
- Bed level change
- Bed level

Pada modul sedimen transpor yang ada di *software* MIKE ini umumnya menggunakan pendekatan formula Engelund-Hansen yang menghitung *total load* (kombinasi *bed-load* dan *suspended load*). Karena pada praktiknya, kedua jenis *load* ini sangat susah sekali untuk dipisahkan. Untuk *suspended-load* jarang sekali terjadi dalam gerakan isolasi, kecuali jika tanahnya berjenis lanau dengan butiran yang sangat halus (Suntoyo, 2014).

e. Kondisi Batas

Tujuan utama MIKE 21 HD (*hydrodynamic*) adalah untuk menyelesaikan persamaan diferensial parsial yang dipengaruhi arus horizontal. Seperti persamaan diferensial lainnya, MIKE 21 memerlukan *boundary conditions* (kondisi batas). Kondisi batas pada modul MIKE 21 HD ini ada dua, yaitu *closed boundary* dan *open boundary*. Pada *closed boundary* normal flux diasumsikan nol untuk semua variabel. Sedangkan pada *open boundary* dapat ditetapkan sebagai bentuk ketinggian permukaan bumi untuk persamaan hidrodinamik. Secara umum boundary data yang diperlukan adalah:

- a. Ketinggian permukaan pada *open boundary* dan berat jenis flux yang sejajar dengan *open boundary*.

- b. Bathimetri
- c. Data pasang surut
- d. Debit sungai (muara sungai dan lautan)
- e. *Bed resistance*

Keberhasilan dalam mengaplikasikan MIKE 21 *HD* ini adalah pada pemilihan *open boundary* yang tepat (DHI *Water and Environment*, 2007).

2.2.11 Perhitungan Volume Metode *Cut and Fill*

Metode ini digunakan untuk menghitung volume sedimen yang terjadi dibantu dengan *software*. Software yang menggunakan metode ini adalah Surfer 10. Dalam memperhitungkan volume, suatu peta kontur di-*overlay*. Overlay yang dimaksud yaitu menyatukan peta kontur terbaru dengan peta kontur sebelumnya untuk mengetahui besarnya volume cut ataupun fill serta titik lokasi terjadinya sedimentasi atau erosi. Pada overlay ini obyek yang akan dioverlaykan harus berada di posisi dan grid yang sama (Prakoso, 2015). Volume yang dihasilkan adalah volume bersih dimana perhitungannya adalah volume dari peta kontur yang terbaru (*cut*) dikurangi dengan volume dari peta kontur terbaru (*fill*).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini diberikan penjelasan terperinci mengenai langkah-langkah pengerjaan yang akan dijabarkan sebagai berikut ini:

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memberikan penjelasan terhadap permasalahan yang ada. Tahapan ini memberikan tambahan pengetahuan terhadap permasalahan yang akan dibahas di tugas akhir ini dengan mencari dan mempelajari literatur yang diperlukan. Literatur yang dimaksud dapat berupa buku, jurnal, atau pun laporan tugas akhir terdahulu yang membahas permasalahan yang sama dengan tugas akhir ini. Selain itu juga mempelajari proses pengolahan data dan pemodelan dengan menggunakan software MIKE 21 yang dapat dipelajari melalui modul yang terdapat pada software tersebut.

2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan sebelum pengerjaan tugas akhir dimulai. Data-data yang diperlukan berupa data sekunder dan data primer. Data sekunder diantaranya adalah data bathimetri, angin, pasang surut, debit sungai, arus yang merupakan data sekunder tahun 2014. Sedangkan data primer adalah data ukuran butir sedimen.

3. Pemodelan Software

Sebelum melakukan simulasi model, pembuatan model dan kondisi batasnya harus dilakukan terlebih dahulu. Kemudian simulasi pertama dilakukan untuk kondisi hidrodinamika tempat penelitian. Simulasi pertama bertujuan untuk mendapatkan pola aliran dan besar arus yang terjadi. Setelah didapatkan data arus dan valid dengan data sekunder arus, dilakukan simulasi penyebaran transpor sedimen dengan modul

transpor sedimen pasir. Simulasi pemodelan dibantu dengan software MIKE 21 modul idrodinamika dan transpor sedimen pasir.

4. Validasi

Validasi dilakukan dengan untuk melihat valid atau tidaknya hasil dari pemodelan awal (data arus) dari modul hidrodinamika yang berupa besar arus di daerah muara. Apabila telah dinyatakan valid, maka simulasi pemodelan beikutnya dapat dilakukan. Hasil simulasi yang didapatkan adalah berupa arus, elevasi muka air, konsentrasi sedimen dan perubahandasar perairan (*bed level change*).

5. Pembahasan

Pembahasan beisikan analisa mengenai hasil pemodelan yang dilakukan, dengan melihat pola aliran dan penyebaran sedimen yang terjadi di tempat penelitian. Kemudian menganalisa perubahan profil dasar perairan muara.

6. Kesimpulan dan Saran

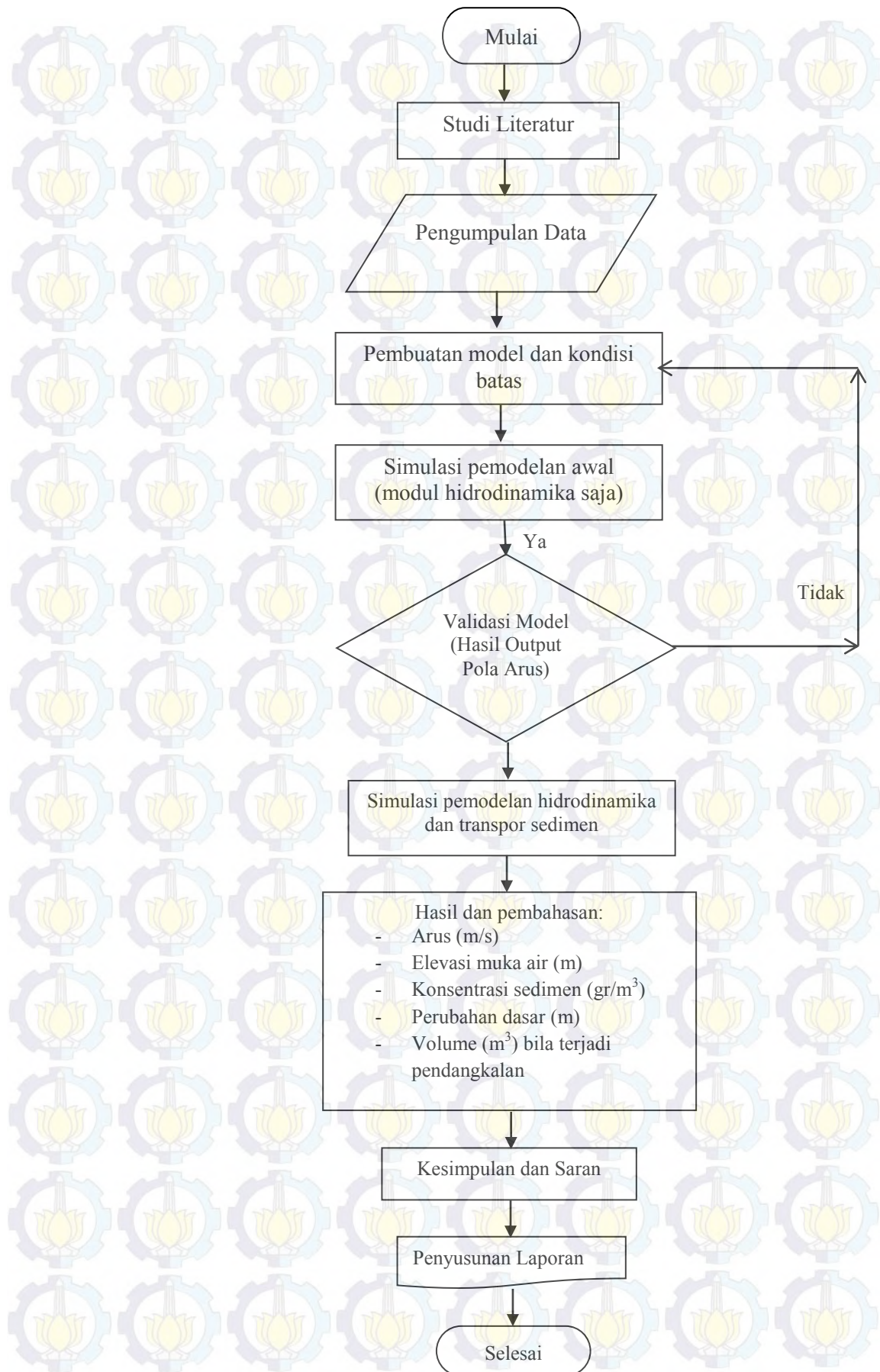
Menarik kesimpulan dari pembahasan analisa pemodelan numerik dengan disertakan pemberian saran-saran untuk penelitian selanjutnya yang serupa.

7. Penyusunan Laporan

Penulisan laporan meliputi penulisan mulai dari awal (latar belakang, tujuan, dan sebagainya) sampai dengan saran dan kesimpulan dari hasil analisis yang telah dilakukan serta pemberian saran-saran untuk penelitian yang serupa selanjutnya.

3.2 Metodologi Penelitian

Tahapan penelitian yang akan dilakukan dalam Tugas Akhir ini disajikan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) yang ditunjukkan pada gambar 3.1 di bawah ini.



Gambar 3.1. Diagram Alir Pengerjaan Tugas Akhir



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Daerah Studi

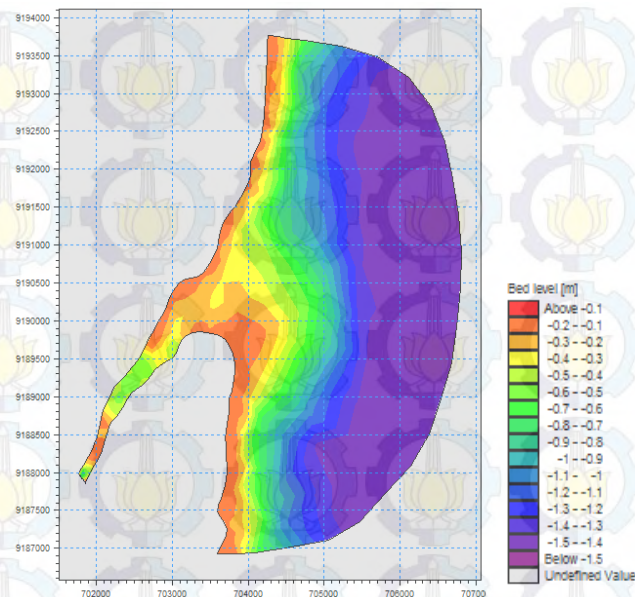
Lokasi penelitian tugas akhir ini disajikan pada gambar di bawah dengan mengutip citra satelit dari *Google Earth* dan *Google Map* pada tahun 2015. Dimana wilayah pengamatan merupakan sungai dan muara sungai yang berada di antar dua wilayah administratif. Kota Surabaya yang berada di sebelah utara dan Kabupaten Sidoarjo yang berada di sebelah selatan dari sungai ini.



Gambar 4.1 Gambar lokasi studi penelitian (*Google Earth* dan *Google Map* 2015)

4.2 Bathimetri Muara Tambak Oso

Peta bathimetri yang digunakan adalah dari kontur pemodelan awal yang digabungkan dengan kondisi batas pada *mesh generator* dan berikut tampilannya pada gambar di bawah ini:



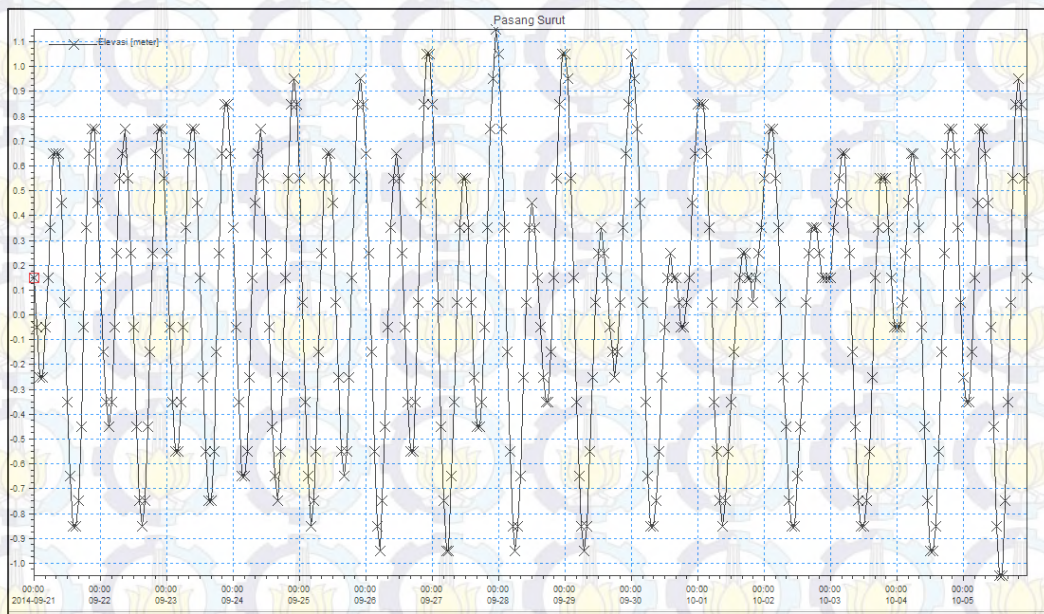
Gambar 4.2 Kontur batimetri dari output interpolasi *software*

4.3 Rencana Pemodelan

Dalam menyelesaikan tugas akhir ini diperlukan beberapa tahapan dalam proses pengerjaannya. Tahap awal yaitu pengolahan data lingkungan yang terkait dengan kondisi di perairan Muara Tambak Oso. Data lingkungan tersebut diantaranya adalah data pasang surut dan data angin masing-masing pada tahun 2014. Kemudian dilakukan simulasi hidrodinamika dan transpor sedimen.

4.3.1 Pengolahan Data Pasang Surut

Data pasang surut yang didapat merupakan data sekunder di wilayah perairan muara Tambak Oso dan diplotkan ke dalam grafik. Sehingga dapat diketahui bagaimana tipe dan keadaan tertinggi air saat pasang dan keadaan terendah air saat surut. Berikut ini adalah grafiknya yang diplotkan dalam time series software:

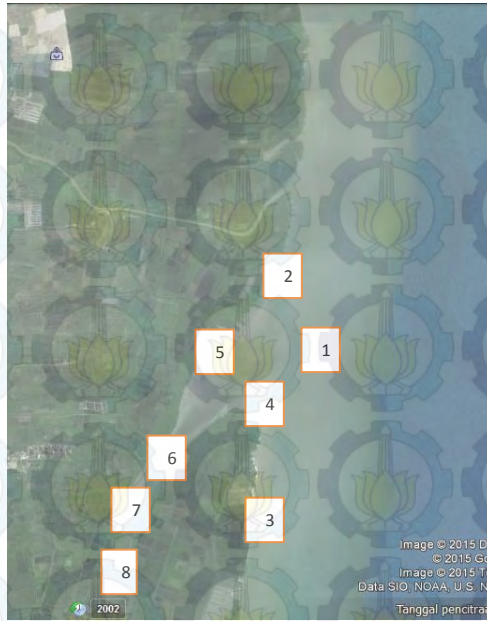


Gambar 4.3 Grafik pasang surut periode 21 September 2014 sampai dengan 5 Oktober 2014

Berdasarkan Gambar 4.3 dapat diketahui pasang surut dalam kurun waktu 15 hari, yakni pada 21 September 2014 sampai dengan 5 Oktober 2014 memiliki tipe pasang surut campuran, condong ke harian ganda. Tipe pasang surut ini terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu harinya. Namun tinggi dan periodenya berbeda – beda. Grafik pasang surut di atas memiliki nilai MSL sebesar 0,04972 meter. Sedangkan nilai LLWL sebesar -1,05 meter dan nilai HHWL sebesar 1,15 meter.

4.3.2 Data Tanah (Butiran Sedimen)

Untuk mengetahui klasifikasi butiran sedimen di wilayah tersebut, maka dilakukan uji tes tanah dari sampel tanah yang diambil dari lokasi tersebut. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak delapan titik yang dimulai dari hulu sungai sampai ke mulut sungai. Berikut ini adalah peta pengambilan sampel sedimen.



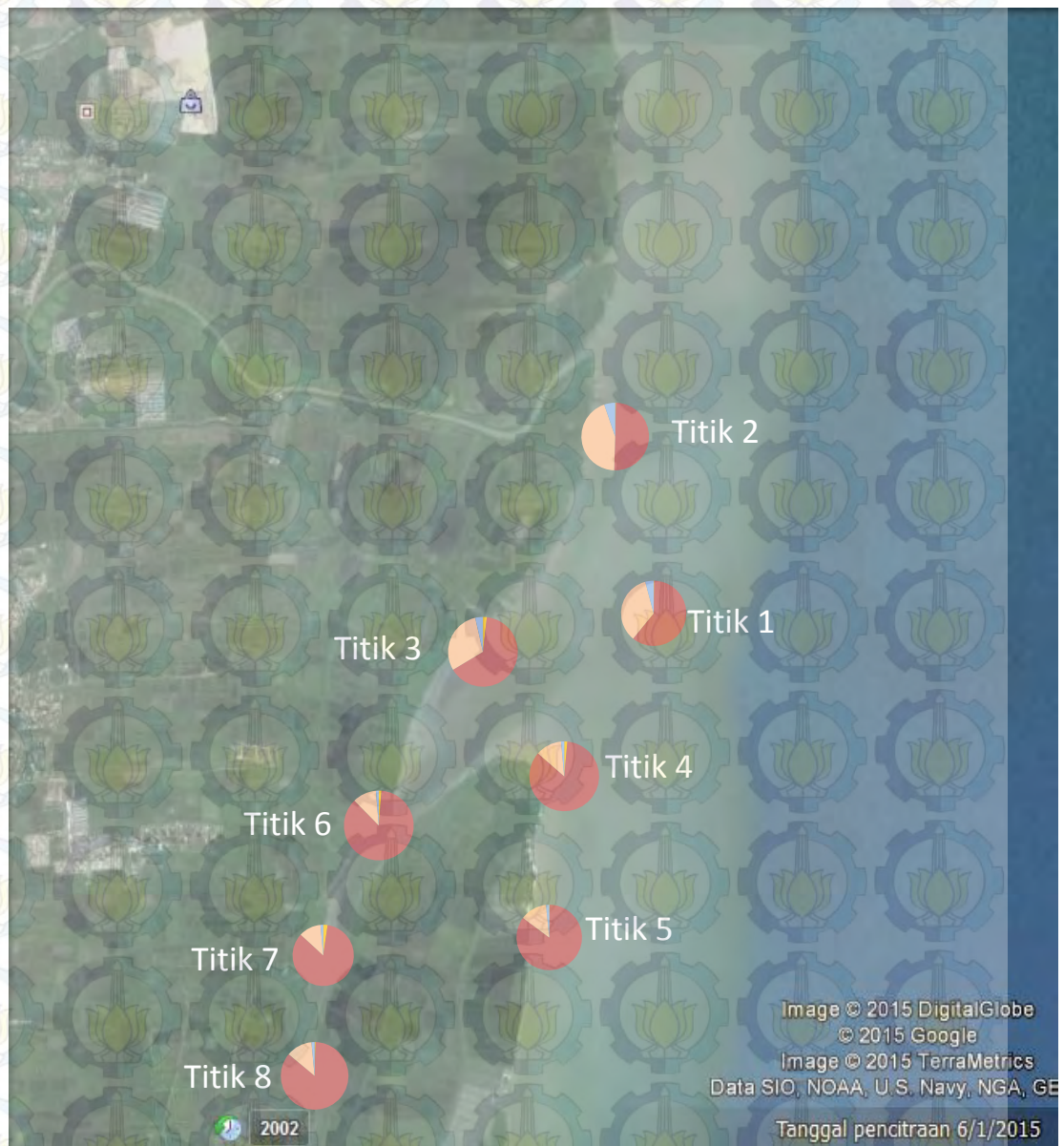
Gambar 4.4 Peta pengambilan sampel sedimen

Berat sampel yang diambil ± 500 gram pada masing-masing titik. Setelah sampel di ambil kemudian diuji di Laboratorium Rekayasa Dasar Laut dan Bawah Air Jurusan Teknik Kelautan FTK-ITS Surabaya. Uji yang dilakukan adalah uji ayakan atau *grain size* untuk mengetahui ukuran D50 tanah. Berikut ini adalah hasil dai uji *grain size* :

Tabel 4.1 Distribusi Butiran Sedimen Hasil Uji Laboratorium

No	Sampel	D50 (mm)	Jenis Butir
1	Titik 1	0,11	Pasir Halus
2	Titik 2	0,075	Pasir Halus
3	Titik 3	0,72	Pasir Sedang
4	Titik 4	0,89	Pasir Sedang
5	Titik 5	0,55	Pasir Sedang
6	Titik 6	1,3	Pasir Kasar
7	Titik 7	1,4	Pasir Kasar
8	Titik 8	0,77	Pasir Sedang

Berikut ini adalah distribusi butiran sedimen (D50) yang di plot dalam peta lokasi studi Muara Tambak Oso:



Gambar 4.5 Peta distribusi ukuran sedimen (D50)

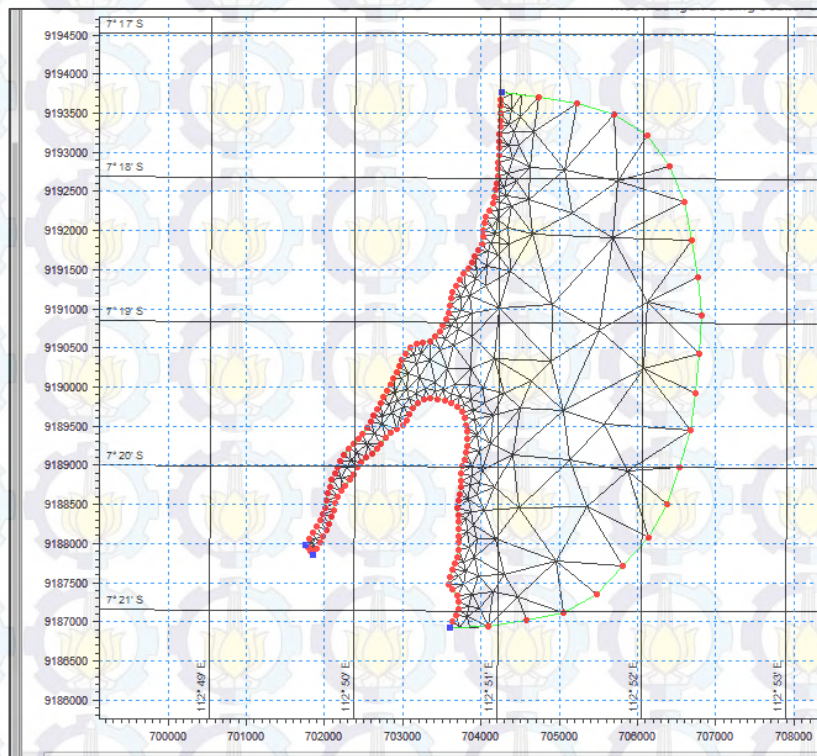
Keterangan warna:



4.4 Kondisi Batas Lingkungan dan Model

4.4.1 Kondisi Batas

Tahap awal melakukan pemodelan pada *software* yaitu dengan membuat model wilayah perairan lokasi penelitian tugas akhir ini. Pembuatan model dilakukan dengan meng-*inputkan* batimetri sesuai wilayah geografisnya sebagai kondisi batas. Model kemudian di *meshing*. Berikut ini adalah tampilan model yang telah di *meshing*:

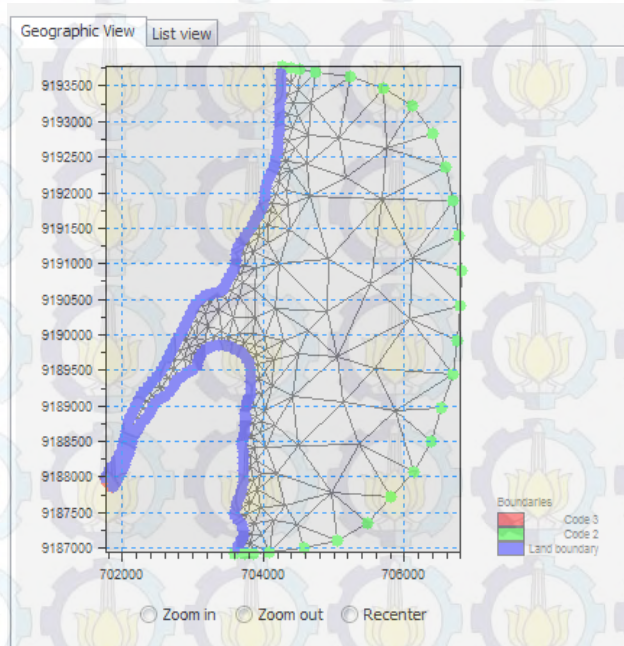


Gambar 4.6 *Meshing* dan kondisi batas model daerah pengamatan

Pada Gambar 4.6 terlihat wilayah pengamatan telah di *meshing*. Pada proses ini, diberikan kondisi batas data pasang surut selama lima belas hari, pada 21 September 2014 sampai dengan 5 Oktober 2014. Kondisi batas yang diberikan sebanyak dua buah, diantaranya kondisi batas untuk perairan di muara dan *discharge* aliran sungai. Setelah kondisi batas diinputkan, kemudian data batimetri diinput yang sesuai dengan wilayah pengamatan dan posisi UTM-nya juga diinput. Tujuannya untuk memberikan kontur dasar laut dengan tampilan warna kedalaman dasar laut yang berbeda-beda.

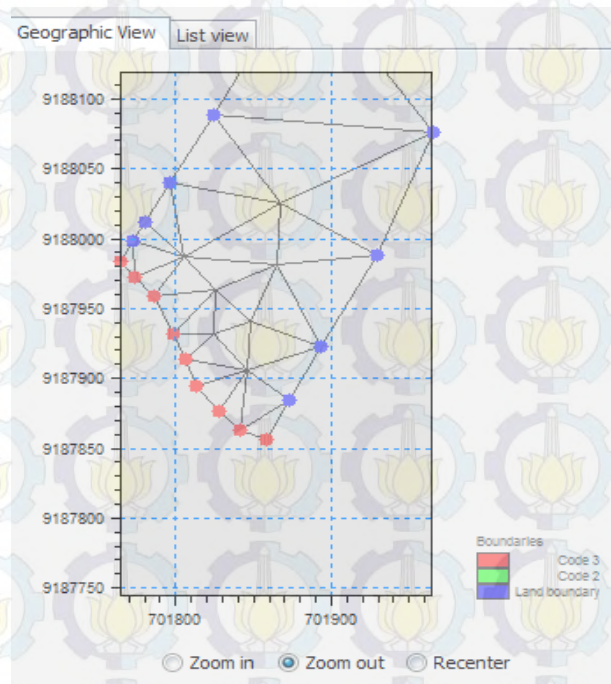
Berikut ini adalah tampilan kondisi batas model:

a. Gambar kondisi batas pada model *set up*.



Gambar 4.7 Kondisi batas untuk perairan muara (warna hijau)

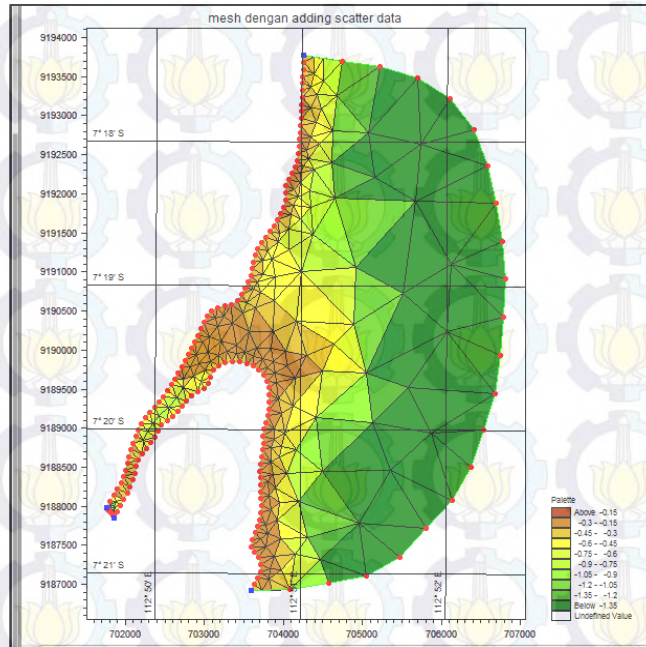
b. Kondisi batas pada aliran sungai



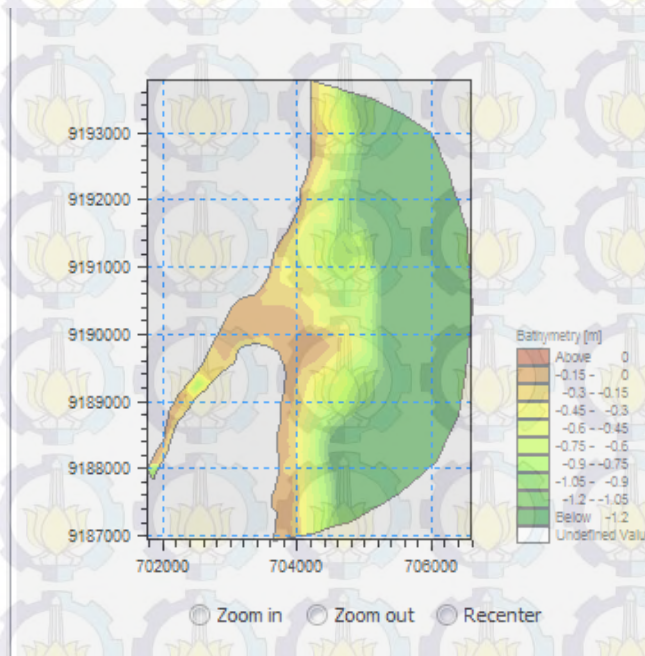
Gambar 4.8 Kondisi batas untuk aliran sungai

4.4.2 Model

Berikut ini adalah tampilan dari model yang telah diberi batimetri datanya:



Gambar 4.9 Tampilan batimetri pada mesh generator



Gambar 4.10 Tampilan batimetri pada model

4.5 Simulasi Model Hidrodinamis dan Validasi

Simulasi hidrodinamika pada model ini diberikan kondisi batas sebanyak dua buah . Diantaranya kondisi batas untuk perairan muara, dengan diberikan input pasang surut di daerah yang sama dengan waktu 15 hari yang dimulai dari 21 September 2014 sampai dengan 5 Oktober 2014. Selain itu juga, kondisi batas aliran sungai dengan input *discharge* sungai yang didapatkan dengan menghitung *discharge* sungai di wilayah tersebut. Simulasi sebanyak 359 *time step* dengan interval 3600 detik atau satu jam.

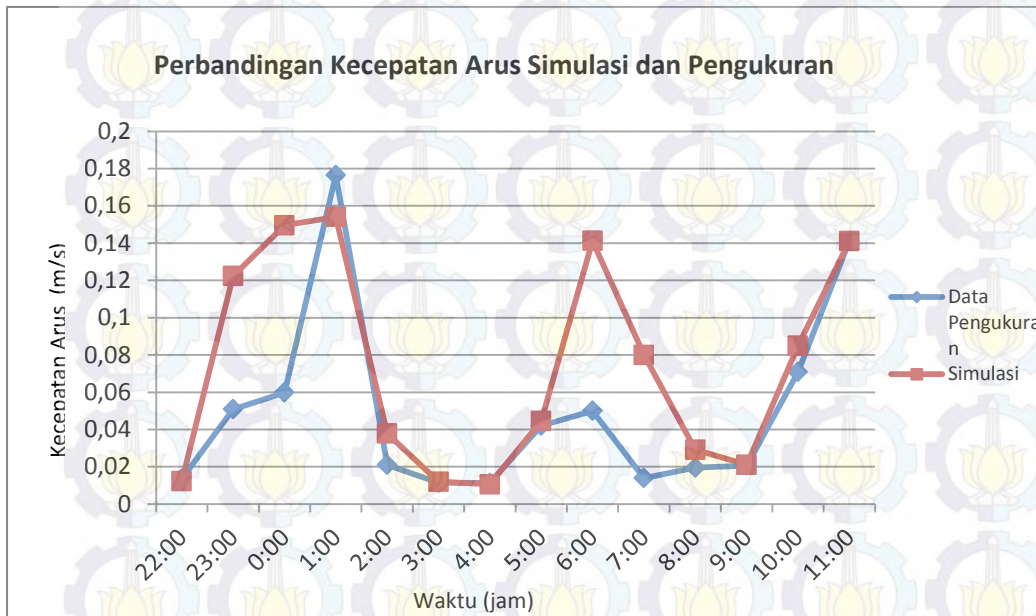
4.5.1 Validasi

Data arus yang dari hasil simulasi perlu dilakukan divalidasi untuk mengetahui sejauh mana ketepatan hasil simulasi yang sudah dilakukan. Validasi ini dilakukan dengan membandingkan data kecepatan arus yang didapat dari hasil simulasi dengan data sekunder berupa pengukuran di Muara Tambak Oso, yang di sesuaikan dengan waktu pengamatan dan *time step* pemodelan. Parameter yang digunakan untuk memvalidasi data arus adalah kecepatan arus hasil simulasi hidrodinamika dengan arah arus yang di plot melalui diagram *current rose* dan *scatter plot*. Diberikan tabel perbandingan kecepatan arus hasil simulasi dan data kecepatan arus sekunder yang telah didapat:

Tabel 4.2 Perbandingan kecepatan arus simulasi dan data pengukuran sekunder

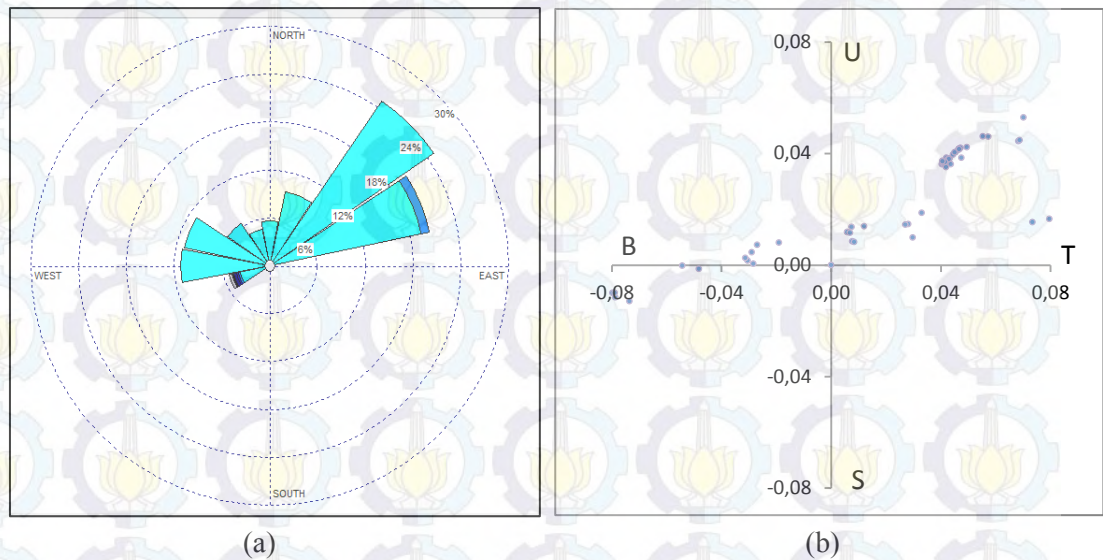
Waktu (tanggal dan jam)	Kecepatan Arus (m/det)		Prosentase Error (%)
	Data Sekunder	Hasil Simulasi	
9/21/2014 22:00:00	0,01348	0,0121748	0,096824926
23:00:00	0,05087	0,12228	-1,403774327
9/22/2014 0:00:00	0,05977	0,14956	-1,502258658
1:00:00	0,17644	0,15414	0,126388574
2:00:00	0,02097	0,0378411	-0,80453505
3:00:00	0,01145	0,01198	-0,04628821
4:00:00	0,01128	0,0106	0,060283688
5:00:00	0,04198	0,0445849	-0,062050977
6:00:00	0,05002	0,141224	-1,82335066
7:00:00	0,01391	0,08	-4,751258088
8:00:00	0,01948	0,02915	-0,496406571
9:00:00	0,02065	0,0210259	-0,01820339
10:00:00	0,07075	0,084885	-0,199787986
11:00:00	0,14107	0,141043	0,000191394

Berikut grafik perbandingan dari tabel perbandingan hasil pengukuran dan simulasi diatas terdapat pada gambar di bawah ini:



Gambar 4.11 Grafik perbandingan kecepatan arus simulasi dan pengukuran

Gambar 4.11 adalah grafik perbandingan kecepatan arus simulasi dengan kecepatan arus pengukuran yang digunakan sebagai validasi. Garis bewarna biru menunjukkan kecepatan arus berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, sedangkan garis bewarna merah menunjukkan kecepatan arus hasil simulasi. Hasil validasi ini didapatkan *error* sebesar 15,03%. Terdapat beberapa grafik yang sejajar antara kecepatan arus hasil simulasi dengan kecepatan arus hasil pengukuran yang menunjukkan kedua data di atas terdapat keselarasan. Dapat disimpulkan hasil simulasi dapat mendekati data hasil pengukuran. Selain itu, juga arah kecepatan arus ditunjukkan dengan tampilan *current rose* dan *scatter plot*. Pada *current rose* terlihat arah kecepatan arus hasil simulasi yang mendominasi adalah ke arah timur laut. Pada *scatter plot* menunjukkan arah arus data sekunder sebagian besar juga ke arah timur laut. Hal sesuai dengan arah aliran sungai yakni menuju ke arah timur laut. Berikut ini adalah tampilan *current rose* dan *scatter plot*.



Gambar 4.12 Gambar *current rose* (a) dan *scatter plot* arus (b)

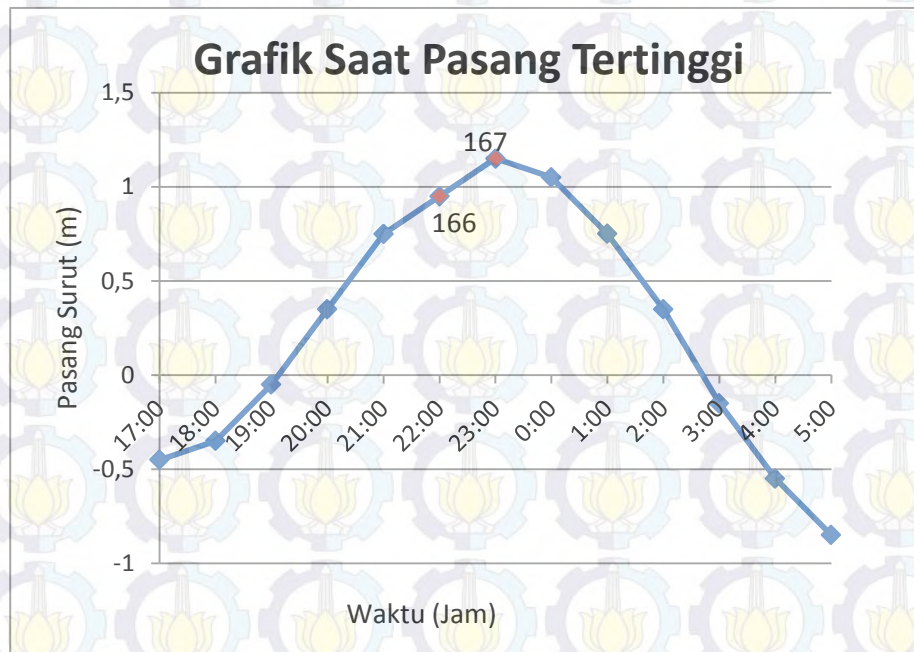
4.5.2 Analisa Pola Arus

Hasil pemodelan hidrodinamika yang disimulasi melalui *software*, berupa aliran arus yang diamati saat pasang tertinggi dan surut terendah. Titik pengamatan di pusatkan pada koordinat (E:703800; N: 9190250) untuk di mulut muara dan koordinat (E: 702700; N: 9189500) untuk di badan sungai.



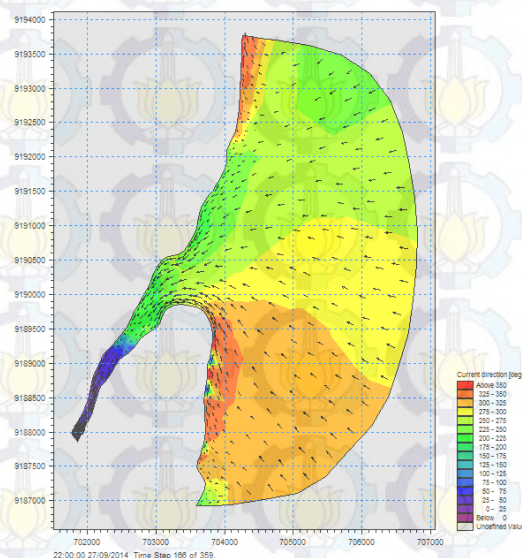
Gambar 4.13 Gambar titik tinjau pengamatan arus

Untuk analisa pola arus berpusat pada titik tinjau di depan mulut muara. Berikut ini adalah penjelasan aliran arus pada saat pasang tertinggi:



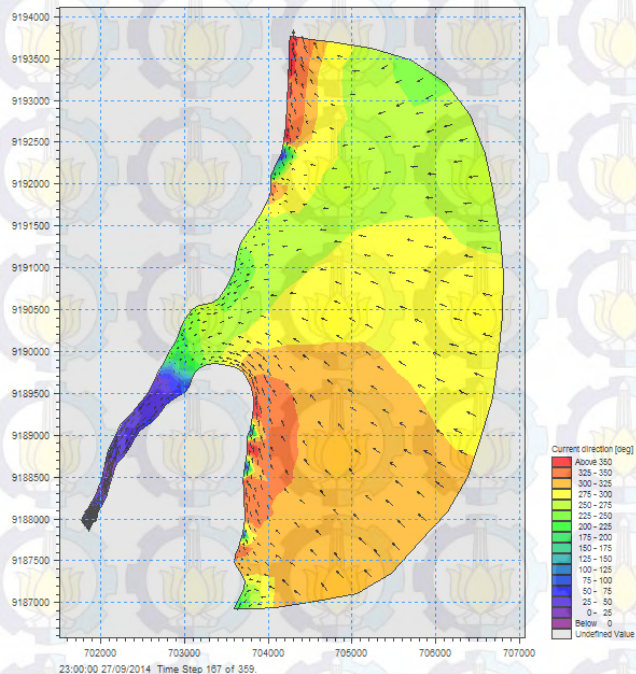
Gambar 4.14 Grafik saat akan pasang tertinggi dengan *time step* 167

Pola aliran arus diambil pada saat akan pasang tertinggi sampai dengan puncak pasang tertinggi. Pada grafik di atas terlihat rangkaian perjalanan saat akan pasang tertinggi yang dimulai dari *time step* 166 berlanjut hingga ke pasang tertinggi dengan *time step* 167 yang ditandai dengan titik berwarna merah. Cupilkan aliran arus terlihat seperti gambar di bawah ini:



Gambar 4.15 Hasil simulasi pemodelan model pada *time step* 166

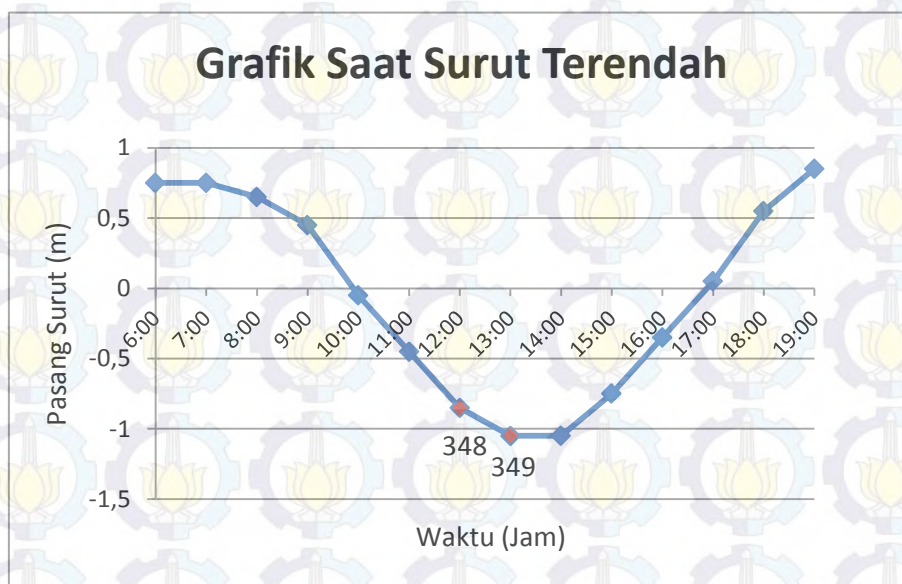
Pada gambar 4.15 terlihat bahwa arus mulai dibangkitkan menuju ke arah daratan dan muara. Kecepatan arus pada *time step* 166 memiliki kecepatan arus sebesar 0,0494 m/s.



Gambar 4.16 Hasil simulasi pemodelan model pada *time step* 167

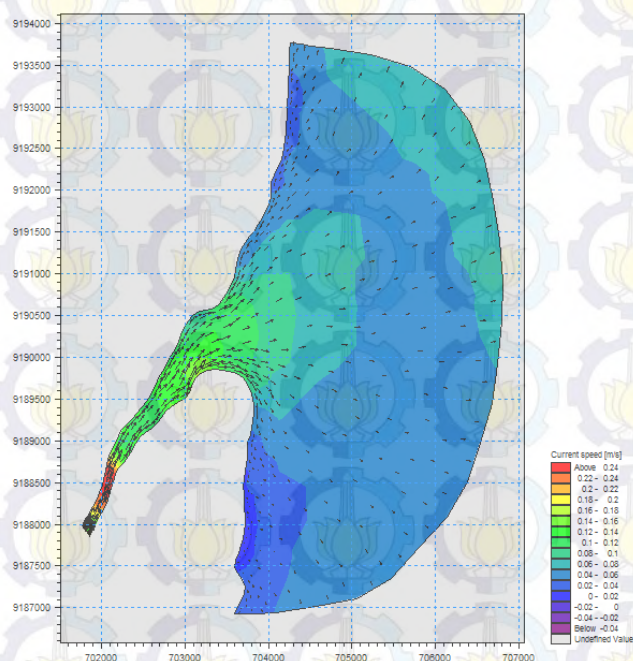
Gambar 4.16 di atas merupakan cuplikan dari hasil simulasi yang berada pada *time step* 167 merupakan hasil simulasi data yang berada pada kondisi pasang tertinggi. Terlihat pada gambar di atas aliran pasang sudah mulai mereda dan arah aliran terus berjalan ke darat dan ke sungai. Simpulan dari kedua cuplikan simulasi ini, arah aliran arus yang berada di wilayah Muara Tambak Oso pada saat menuju dan di pasang tertinggi menunjukkan aliran yang mengalir dari lautan menuju ke darat. Kecepatan arus saat *time step* 167 ini adalah 0,0232 m/s. Selain keadaan saat pasang tertinggi, keadaan saat surut terendah juga dianalisa.

Berikut ini adalah penjelasan dari keadaan aliran saat akan surut sampai dengan surut terendah.



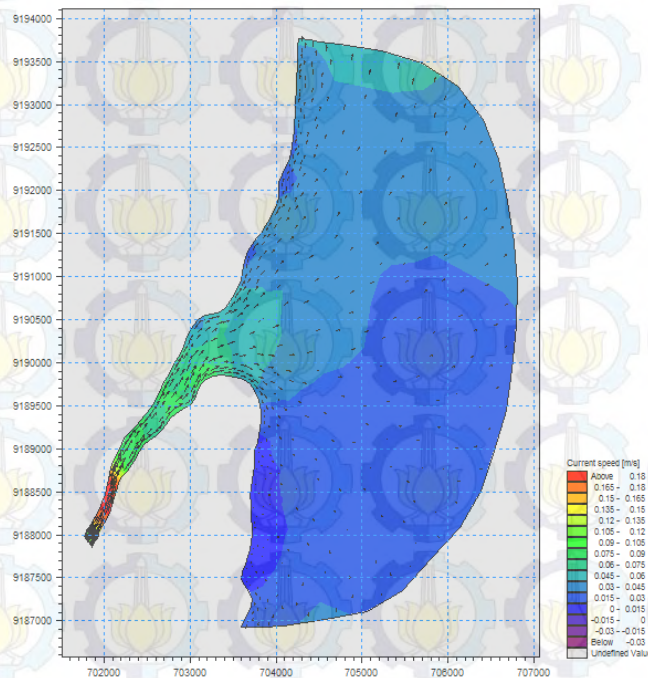
Gambar 4.17 Grafik saat akan surut terendah dengan *time step* 349

Pola aliran arus diambil pada saat akan surut terendah sampai dengan saat surut paling rendah. Pada grafik di atas terlihat rangkaian perjalanan saat akan surut terendah yang dimulai dari *time step* 348 berlanjut hingga ke pasang tertinggi dengan *time step* 349 yang ditandai dengan titik berwarna merah. Cupilkan aliran arus terlihat seperti gambar di bawah ini:



Gambar 4.18 Hasil simulasi pemodelan model pada *time step* 348

Pada gambar 4.18 terlihat bahwa arus serentak menuju ke arah lautan. Kecepatan arus pada *time step* 348 memiliki kecepatan arus sebesar 0,065 m/s.



Gambar 4.19 Hasil simulasi pemodelan model pada *time step* 349

Gambar 4.19 di atas merupakan cuplikan hasil simulasi yang berada pada *time step* 349 merupakan hasil simulasi data yang berada pada kondisi surut terendah. Terlihat pada gambar di atas aliran surut sudah mulai mereda dan arah aliran terus berjalan ke laut. Disimpulkan dari kesemua cuplikan simulasi ini, arah aliran arus yang berada di wilayah Muara Tambak Oso pada saat menuju dan di surut terendah menunjukkan aliran yang mengalir dari daratan ke lautan. Kecepatan arus saat *time step* 349 ini adalah 0,060 m/s. Diambil titik tinjauan di mulut muara dan di badan sungai. Besar kecepatan arus yang didapatkan dari hasil simulasi di badan sungai adalah sekitar 0.0 – 0.18 m/s, sementara di daerah mulut muara kecepatan arus sedikit lebih besar, yaitu sekitar 0.0 – 0.21 m/s.

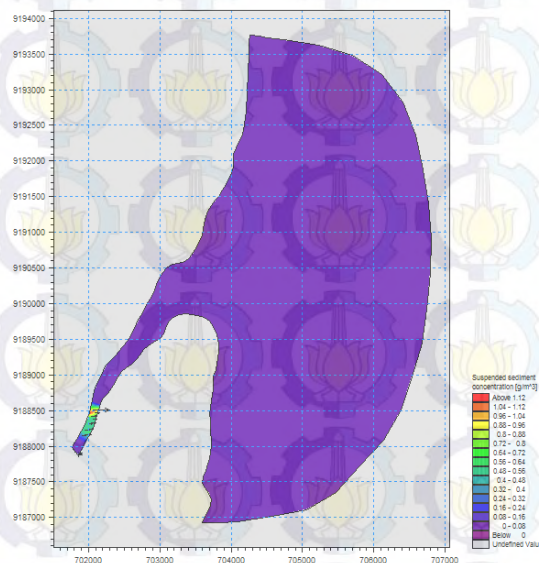
4.6 Hasil Pemodelan Sebaran Sedimen

Hasil simulasi hidrodinamika telah divalidasi dan mendapatkan hasil yang baik, maka dapat dilanjutkan mensimulasikan pergerakan sedimen.

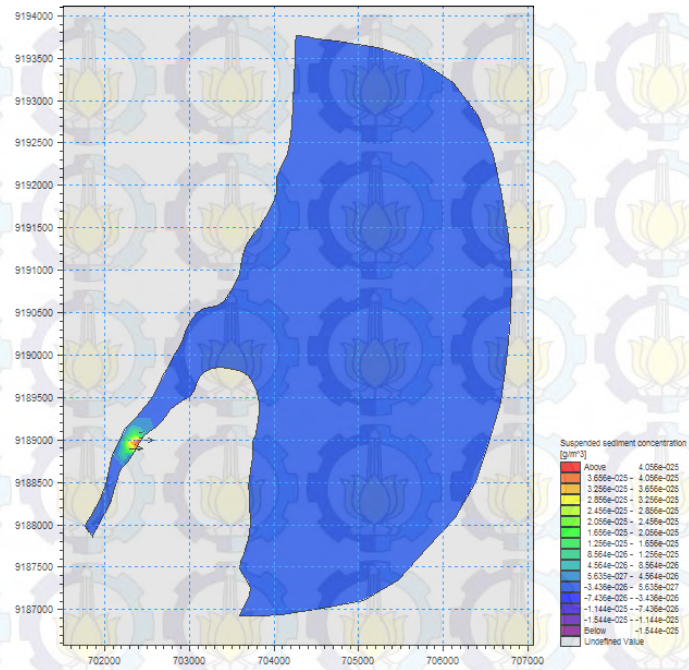
Sebaran sedimentasi sangat berpengaruh pada penyebaran arus. Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui pola penyebaran sedimen yang terjadi. Hasil dari simulasi penyebaran sedimen ini adalah pola sebaran sedimen dengan kondisi saat menuju pasang, pasang tertinggi, mulai surut dan surut terendah, dan perubahan dasar perairan. Pada simulasi transpor sedimen ini dipilih modul transpor sedimen pasir karena di wilayah ini memiliki ukuran butir D50 secara rata-rata adalah pasir dan dengan pendekatan formula Engelund-Hansen yang menghitung total *load* transportasi sedimen. Sebelumnya, dilakukan pengambilan pada delapan titik sampel tanah dasar sungai pada daerah studi. Diambil rata-rata nilai butiran sedimen untuk memudahkan simulasi transpor sedimen.

4.6.1 Analisa Pola Penyebaran Sedimen

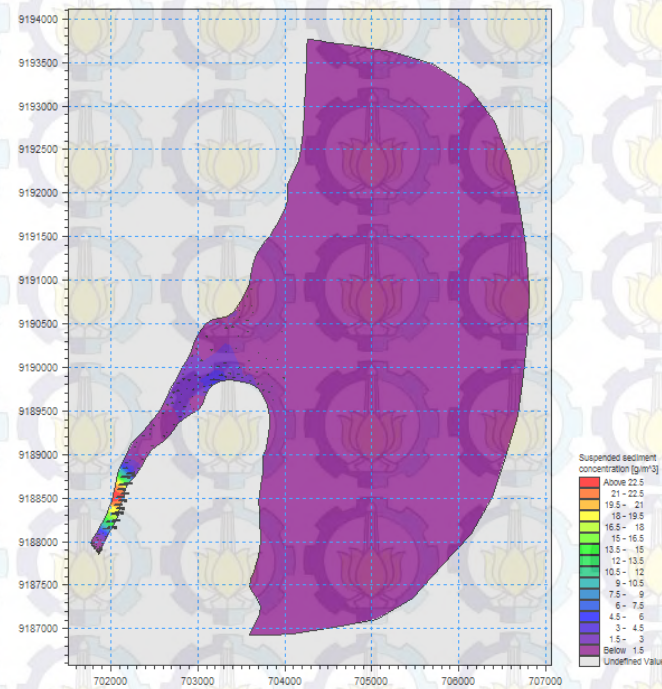
Hasil simulasi sebaran sedimen yang dibantu dengan *software* menghasilkan nilai konsentrasi sedimen dan perubahan profil dasar perairan (*bed level change*). Sebaran sedimentasi sangat tergantung pada besarnya kecepatan dan pola arus yang terjadi pada daerah tersebut. Analisa sebaran sedimen di bawah ini diamati saat kondisi saat akan pasang, pasang tertinggi, saat akan surut, dan surut terendah. Berikut ini pada gambar 4.20 sampai dengan 4.23 disajikan hasil simulasi penyebaran sedimen.



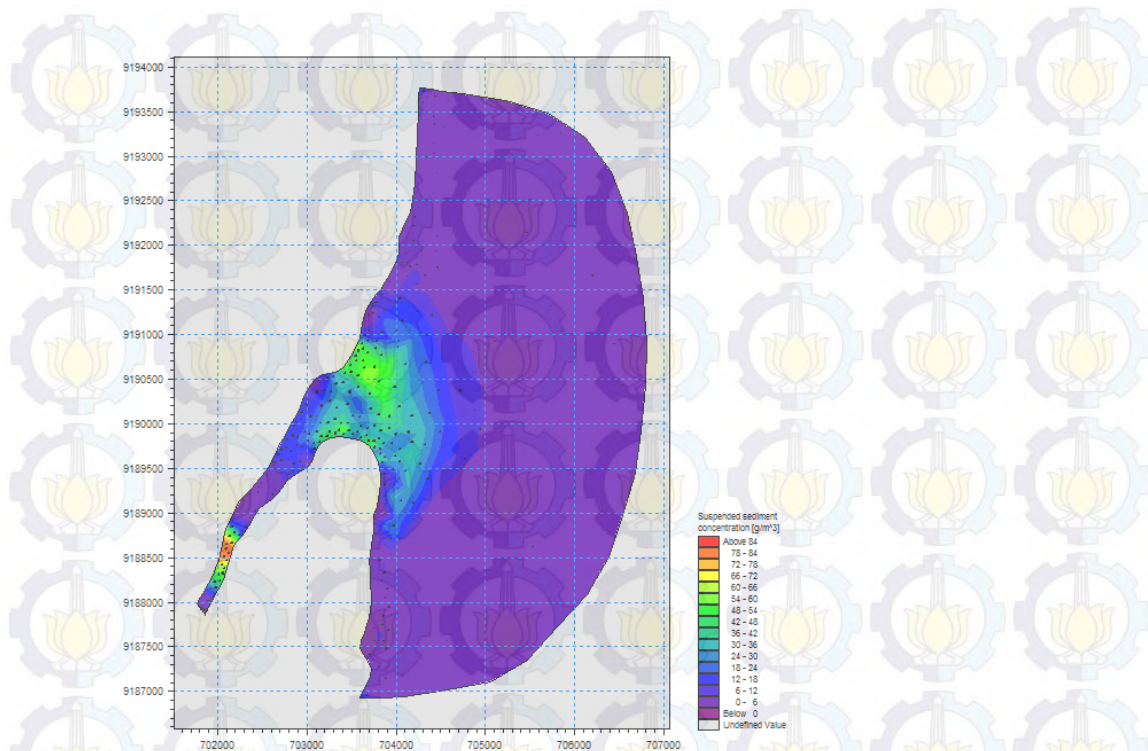
Gambar 4.20 Pola sebaran sedimen di Muara Tambak Oso saat akan pasang



Gambar 4.21 Pola sebaran sedimen di Muara Tambak Oso saat pasang tertinggi



Gambar 4.22 Pola sebaran sedimen di Muara Tambak Oso saat akan surut

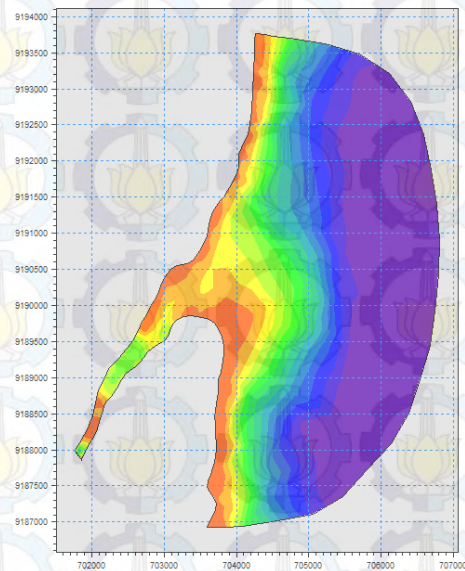


Gambar 4.23 Pola sebaran sedimen di Muara Tambak Oso saat surut terendah

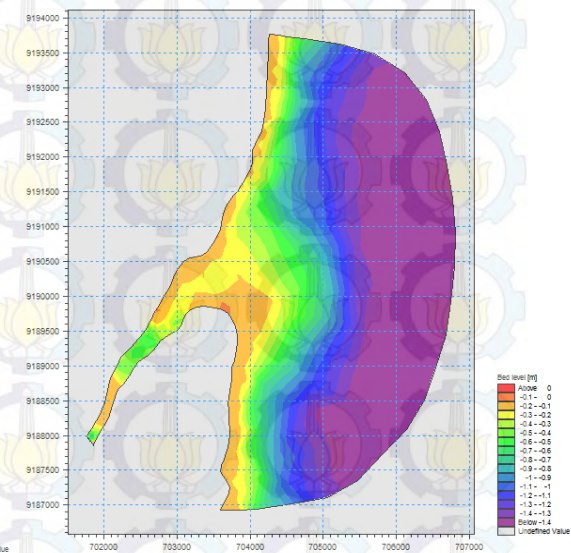
Pada simulasi sebaran sedimen ini diasumsikan sedimen berasal dari material yang terbawa aliran sungai. Didapatkan nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang adalah 0.0004 g/m^3 dan saat surut adalah 1.254 g/m^3 . Simulasi transpor sedimen pada beberapa kondisi seperti pada Gambar 4.17 sampai dengan 4.20 di atas, sebaran sedimen dipengaruhi oleh pola arus yang dibangkitkan oleh pasang surut. Saat kondisi akan pasang dan pasang tertinggi terlihat arus akan bergerak memasuki muara menuju hulu sungai, sedimen cenderung tertahan oleh arus di bagian hulu dan akhirnya mengendap di daerah muara. Sedangkan pada saat kondisi akan surut dan surut tertinggi, terlihat aliran arus akan bergerak menuju lautan dan sedimen juga bergerak mengikuti aliran arus. Sehingga sedimen dapat bergerak secara maksimal sampai menuju keluar muara dan akhirnya mengendap di daerah tersebut.

4.6.2 Analisa Perubahan Dasar Perairan

Hasil simulasi sebaran sedimen pada *software* yang dapat digunakan untuk analisa perubahan profil dasar perairan adalah nilai dari *bed level*. Terdapat perubahan pada *bed level* saat *time step* terakhir. Berikut perbandingannya:

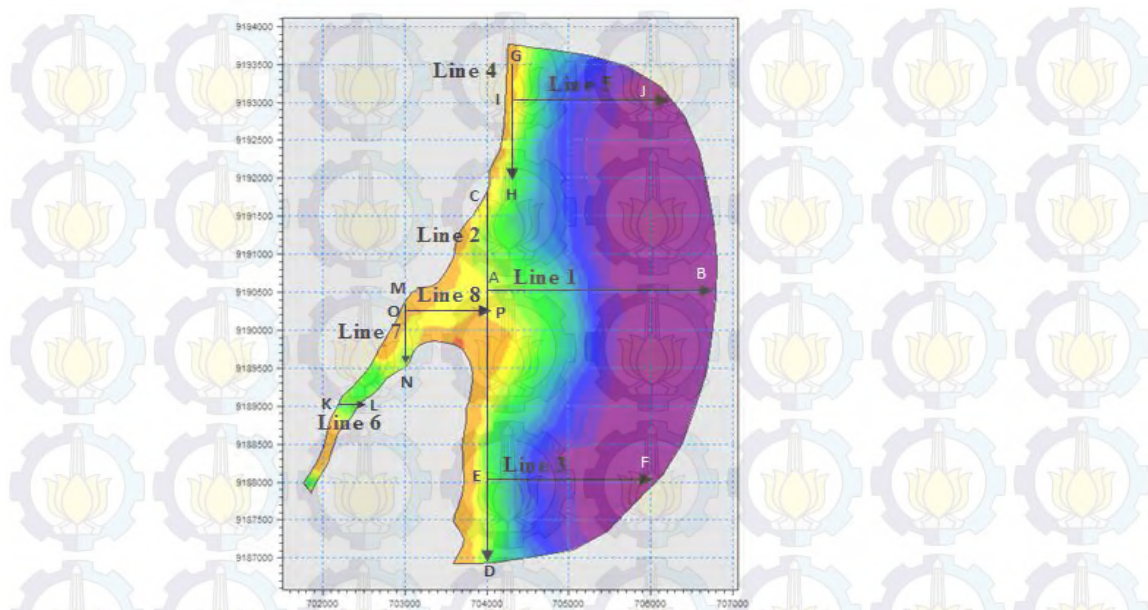


Gambar 4.24 *Bed level time step 0*



Gambar 4.25 *Bed level time step 359*

Perubahan profil dasar perairan dapat sewaktu-waktu berubah karena adanya proses sedimentasi atau pendangkalan. Sedimentasi atau pendangkalan terbentuk karena adanya pergerakan arus dan pasang surut yang selalu terjadi terus menerus. Pada studi ini dilakukan pengamatan perubahan profil dasar perairan. Pengamatan dilakukan di muara dan badan sungai dengan membandingkan profil dasar perairan saat kondisi pasang tertinggi dan surut. Berdasarkan nilai *bed level* dari hasil simulasi didapatkan perubahan dasar perairan di lokasi tersebut. Berikut ini perubahan profil dasar perairan di sekitar muara dan badan sungai. Diambil delapan garis tinjau.



Gambar 4.26 Posisi garis analisa perubahan profil dasar perairan

Keterangan koordinat garis analisa pemodelan:

Tabel 4.3 Koordinat garis analisa pemodelan *bed level* dalam satuan UTM

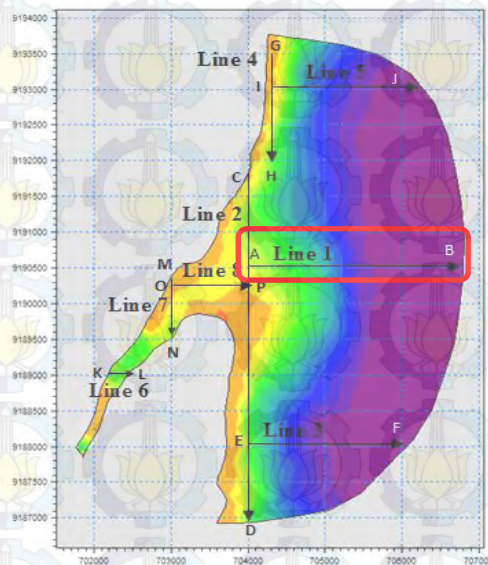
<i>Line</i>	<i>Start</i>	<i>End</i>
1	A (704000, 9190500)	B (706800, 9190500)
2	C (704000, 9191750)	D (704000, 9187000)
3	E (704000, 9188000)	F (706000, 9188000)
4	G (704300, 9193500)	H (704300, 9192000)
5	I (704200, 9193000)	J (706180, 9193000)
6	K (702160, 9189000)	L (702400, 9189000)
7	M (703000, 9190350)	N (703000, 9189500)
8	O (702980, 9190250)	P (704000, 9190250)

Berikut perubahan profil dasar perairan yang ditunjukkan oleh garis analisa pemodelan di atas pada kondisi pasang dan surut:

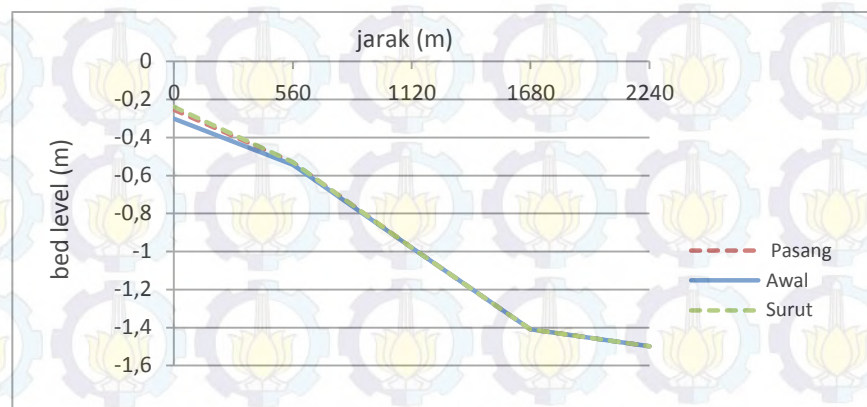
A. Daerah Muara ke Laut

a. *Line 1*

Koordinat *Line 1* mulai dari A (704000, 9190500) dan berakhir di B (706800, 9190500) menghasilkan perubahan profil dasar perairan seperti di bawah ini.



Gambar 4.27 Posisi garis analisa *Line 1*

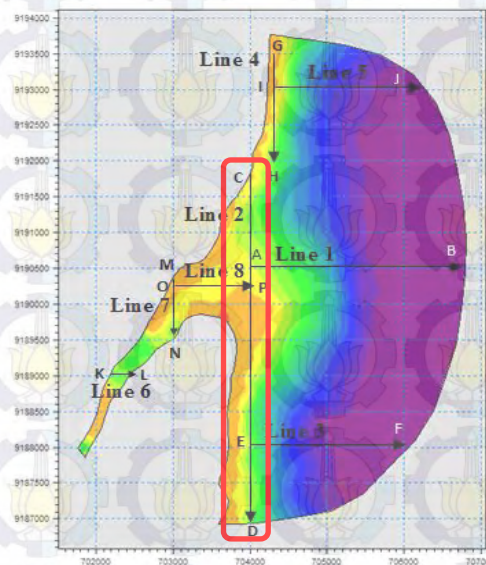


Gambar 4.28 Perubahan permukaan dasar sepanjang *Line 1*, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)

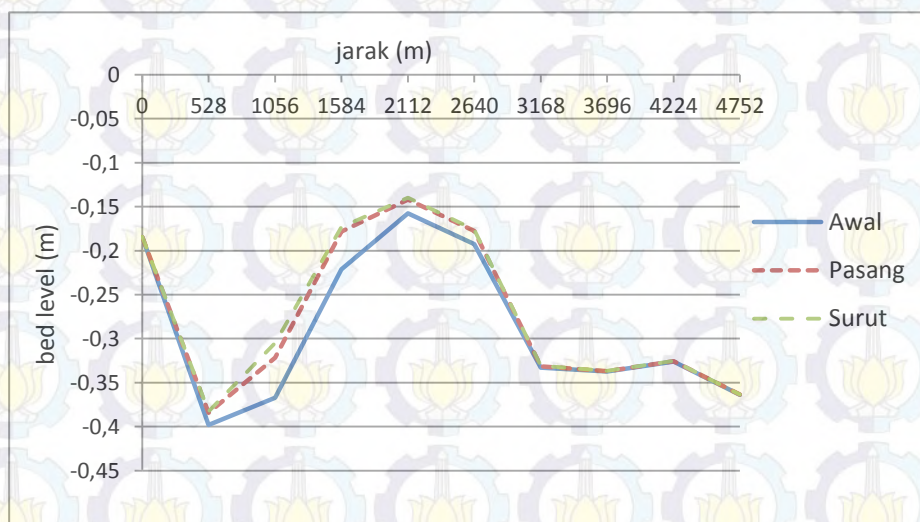
Profil perairan dasar *Line 1* tidak mengalami perubahan yang signifikan. Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.0121 meter dan surut adalah 0.0155 meter.

b. *Line 2*

Koordinat *Line 2* mulai dari C (704000, 9191750) dan berakhir di D (704000, 9187000) menghasilkan perubahan profil dasar perairan seperti di bawah ini.



Gambar 4.29 Posisi garis analisa *Line 2*



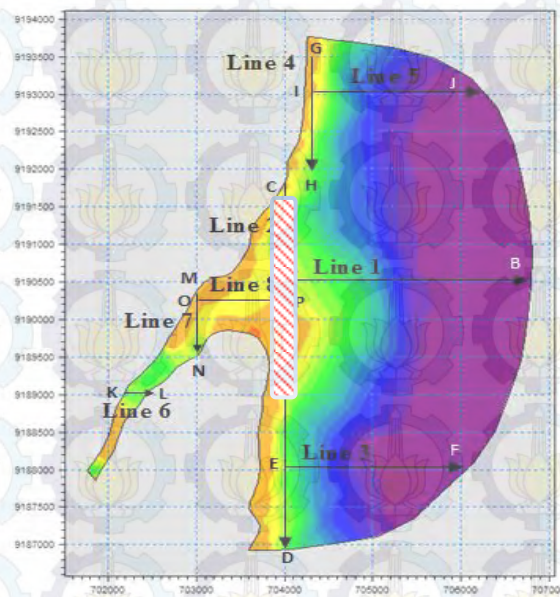
Gambar 4.30 Perubahan permukaan dasar sepanjang *Line 2*, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)

Profil perairan dasar mengalami kenaikan ke atas yang menunjukkan adanya pendangkalan. Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.0135 meter dan surut adalah 0.0164 meter. Untuk mengetahui seberapa besar volume sedimentasi yang terjadi, maka dilakukan perhitungan *net volume* dilokasi *Line 2*. Metode yang digunakan adalah metode *Cut and Fill* yang dibantu dengan program *software*. Data yang diinputkan adalah nilai *bed level time step 0* dan *time step 359* (15 hari pemodelan) dari hasil simulasi sebaran sedimen. Karena dihari ke-15 tersebut bisa diketahui perubahan sedimentasi dari awal hingga akhir pemodelan.

Tabel 4.4 Hasil perhitungan volume dari Grid Volume *Line 2*

<i>Volume Report</i>	(m ³)
<i>Total Volumes by:</i>	
<i>Trapezoidal Rule:</i>	4827.05
<i>Simpson's Rule:</i>	4828.36
<i>Simpson's 3/8 Rule:</i>	482.9
<i>Cut & Fill Volume:</i>	
<i>Positive Volume (Cut)</i>	6787.65
<i>Negative Volumes (Fill)</i>	1959.75
<i>Net Volumes (Cut-Fill)</i>	4827.89
Dominan	Sedimentasi

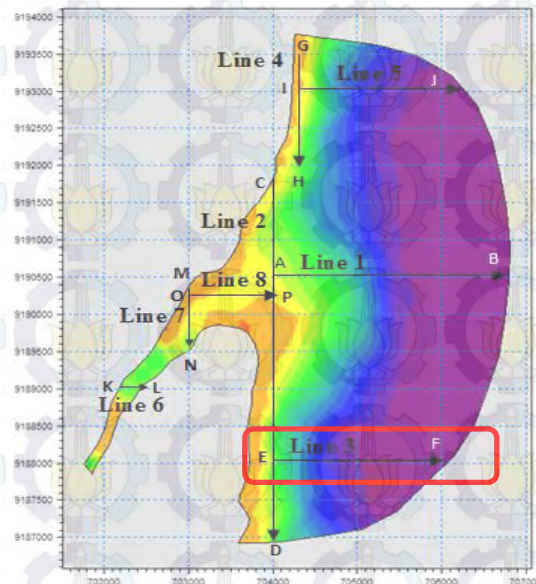
Dilihat dari tabel di atas, daerah ini cenderung mengalami sedimentasi yang ditandai dengan lebih besarnya nilai volume *cut* dari pada nilai volume *fill*. Daerah perhitungan *net volume* seperti gambar yang diarsir berikut. Didapatkan volume sebesar 4827.89 m³.



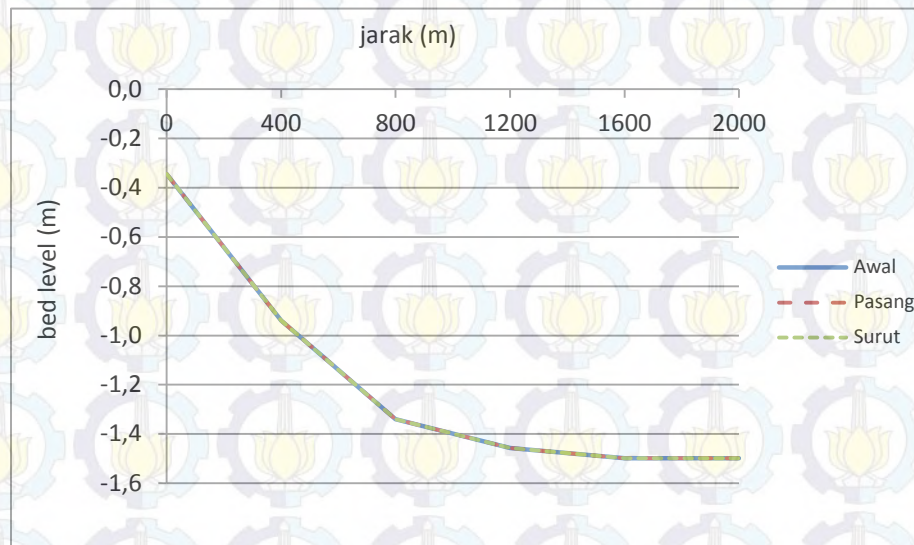
Gambar 4.31 Daerah perhitungan volume *Line 2*

c. *Line 3*

Koordinat *Line 3* mulai dari E (704000, 9188000) dan berakhir di F (706000, 9188000) menghasilkan perubahan profil dasar perairan seperti di bawah ini.



Gambar 4.32 Posisi garis analisa *Line 3*

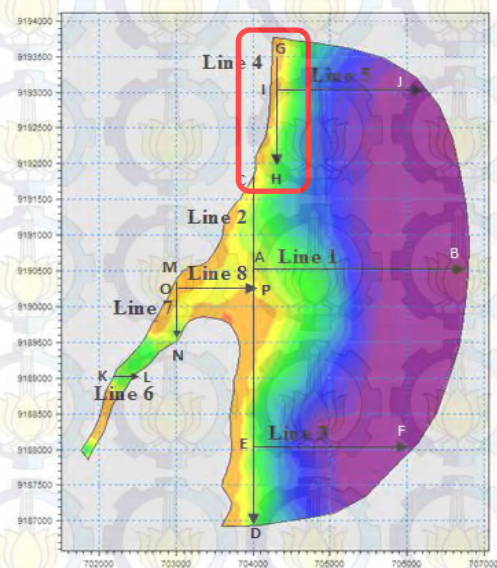


Gambar 4.33 Perubahan permukaan dasar sepanjang *Line 3*, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)

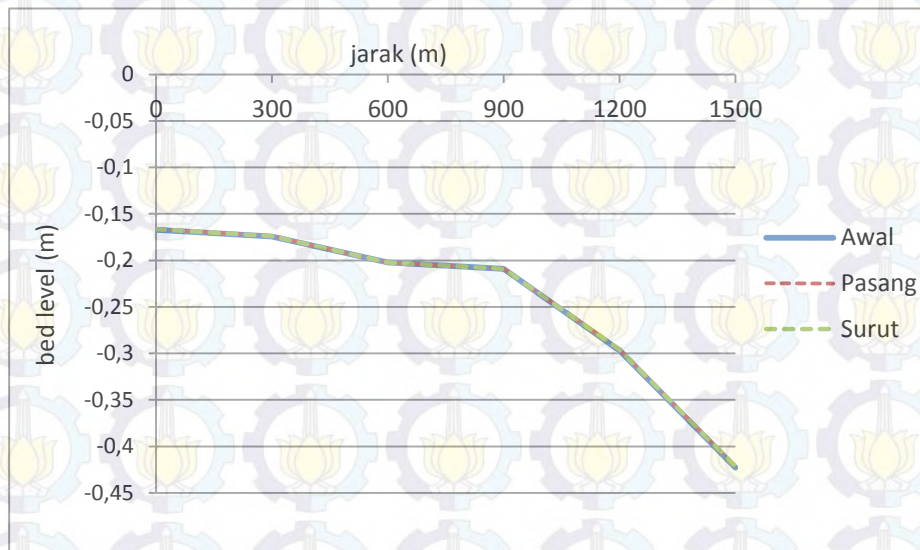
Profil perairan dasar *Line 3* tidak mengalami perubahan secara signifikan. Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.00016 meter dan surut adalah 0.00031 meter.

d. *Line 4*

Koordinat *Line 4* mulai dari G (704300, 9193500) dan berakhir di H (704300, 9192000) menghasilkan perubahan profil dasar perairan seperti di bawah ini.



Gambar 4.34 Posisi garis analisa *Line 4*

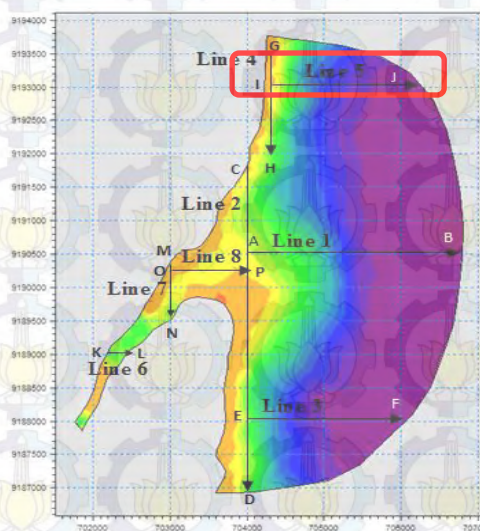


Gambar 4.35 Perubahan permukaan dasar sepanjang *Line 4*, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)

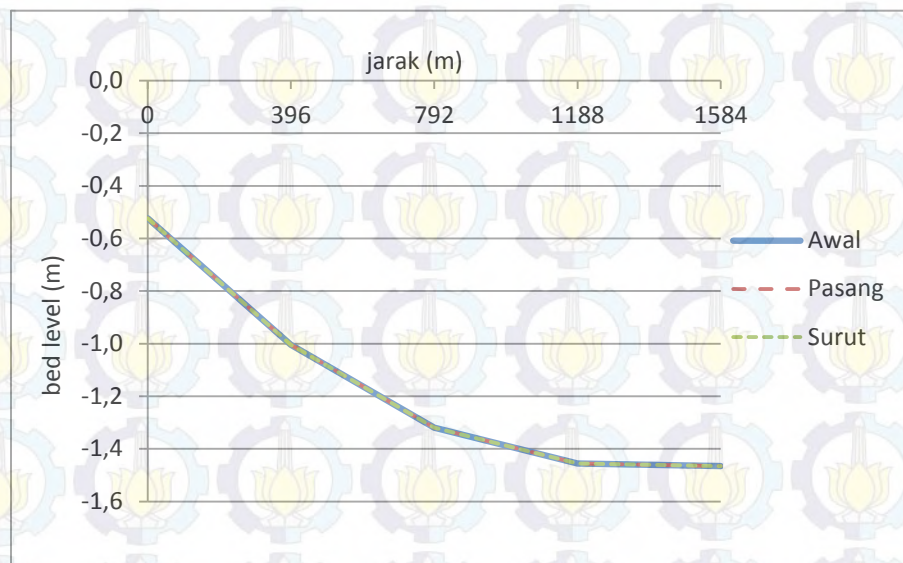
Profil perairan dasar *Line 4* tidak mengalami perubahan secara signifikan. Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.00048 meter dan surut adalah 0.00056 meter.

e. *Line 5*

Koordinat *Line 5* mulai dari I (704200, 9193000) dan berakhir di J (706180, 9193000) menghasilkan perubahan profil dasar perairan seperti di bawah ini.



Gambar 4.36 Posisi garis analisa *Line 5*



Gambar 4.37 Perubahan permukaan dasar sepanjang *line 5*, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)

Profil perairan dasar *Line 5* tidak mengalami perubahan secara signifikan. Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.00014 meter dan surut adalah 0.00037 meter.

Dari lima buah garis tinjau yang dianalisa, di sekitar muara ke arah lautan, hanya *Line 2* yang mengalami sedimentasi. Hal ini karena sebagian garis tinjau *Line 2* berada di sekitar muara. Hal ini dapat dilihat dari perubahan profil dasar perairan di *Line 2*. Sedangkan di *Line 1, 3, 4* dan *5* mengalami tidak mengalami sedimentasi. Rata-rata perubahan dasar di daerah muara ke arah laut yakni sebesar:

Tabel 4.5 Kumpulan nilai perubahan profil dasar perairan dan rata-ratanya

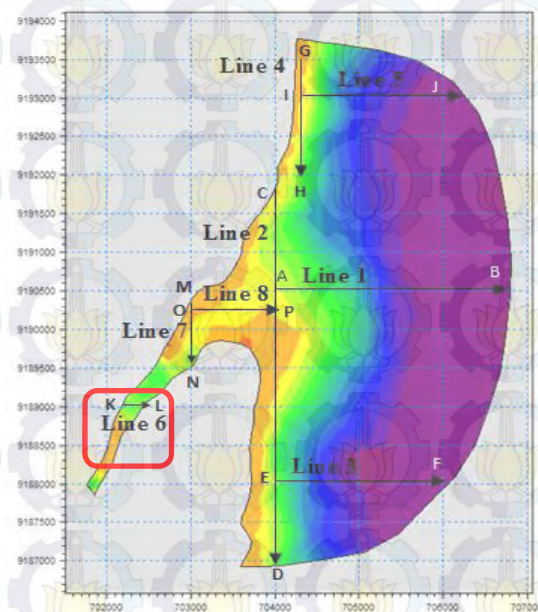
<i>Line</i>	Pasang (m)	Surut (m)
1	0.0121	0.0155
2	0.0135	0.0164
3	0.00016	0.00056
4	0.00048	0.00031
5	0.00014	0.00037
Rata-rata :	0.0053	0.0066

Jadi, rata-rata perubahan profil dasar perairan di daerah muara ke arah laut saat kondisi pasang adalah 0.0053 meter dan surut adalah 0.0066 meter. Disertai dengan nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang sebesar 0.00056 g/m³ sedangkan saat surut sebesar 1.73 g/m³.

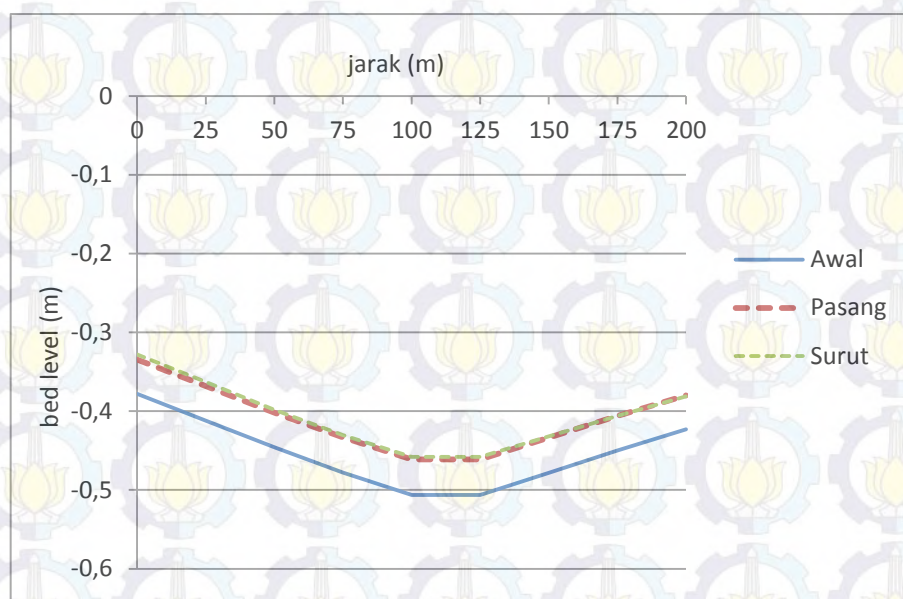
B. Daerah Muara ke Badan Sungai

a. *Line 6*

Koordinat *Line 6* mulai dari K (702160, 9189000) dan berakhir di L (702400, 9189000) menghasilkan perubahan profil dasar perairan seperti di bawah ini.



Gambar 4.38 Posisi garis analisa *Line 6*

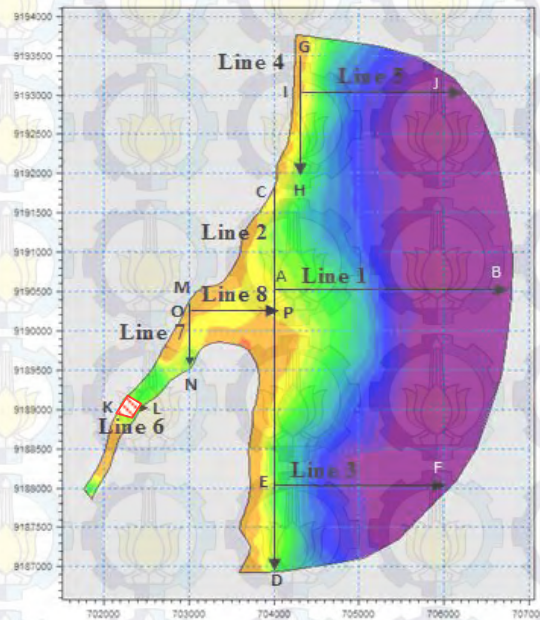


Gambar 4.39 Perubahan permukaan dasar sepanjang *Line 6*, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)

Profil perairan dasar mengalami kenaikan ke atas yang menunjukkan adanya pendangkalan. Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.044 meter dan surut adalah 0.047 meter. Untuk mengetahui seberapa besar volume sedimentasi yang terjadi, maka dilakukan perhitungan *net volume* dilokasi *Line 6*. Metode yang digunakan adalah metode *Cut and Fill* yang dibantu dengan program *software*. Data yang diinputkan adalah nilai *bed level time step 0* dan *time step 359* (15 hari pemodelan) dari hasil simulasi sebaran sedimen. Karena dihari ke- 15 tersebut bisa diketahui perubahan sedimentasi dari awal hingga akhir pemodelan. Dilihat dari tabel di bawah, daerah ini cenderung mengalami sedimentasi yang ditandai dengan lebih besarnya nilai volume *cut* dari pada nilai volume *fill*. Daerah perhitungan *net volume* seperti gambar yang diarsir berikut. Didapatkan volume sebesar 228.4 m^3 .

Tabel 4.6 Hasil perhitungan volume dari Grid Volume *Line 6*

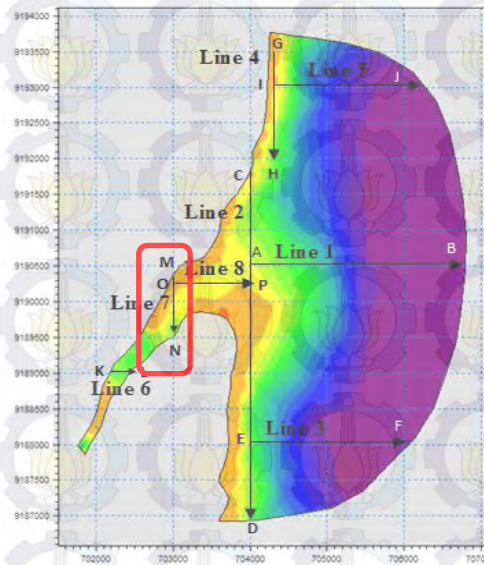
<i>Volume Report</i>	(m ³)
<i>Total Voumes by:</i>	
<i>Trapezoidal Rule:</i>	228,48
<i>Simpson's Rule:</i>	228,57
<i>Simpson's 3/8 Rule:</i>	228,57
<i>Cut & Fill Volume:</i>	
<i>Positive Volume (Cut)</i>	328,21
<i>Negative Volumes (Fill)</i>	99,72
<i>Net Volumes (Cut-Fill)</i>	228,49
Dominan	Sedimenatsi



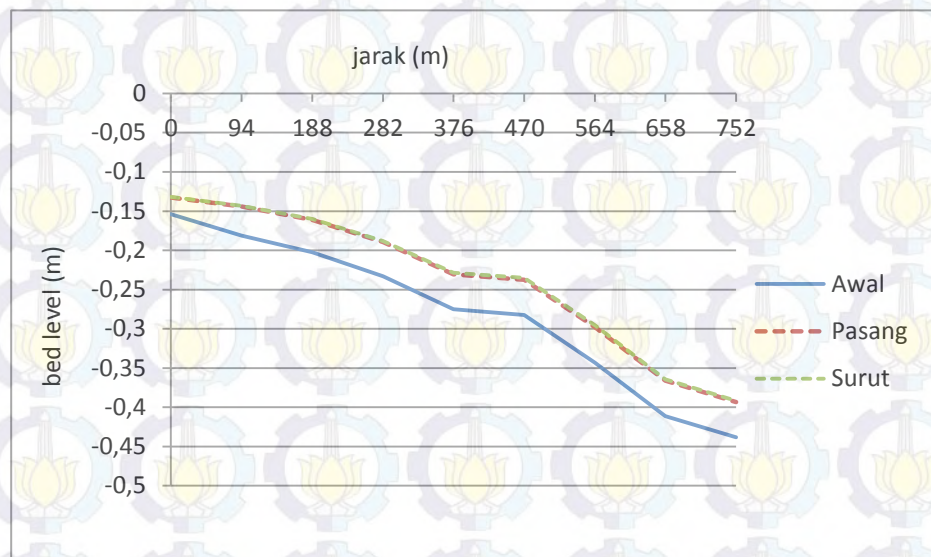
Gambar 4.40 Daerah perhitungan volume *Line 6*

b. *Line 7*

Koordinat *Line 7* mulai dari M (703000, 9190350) dan berakhir di N (703000, 9189500) menghasilkan perubahan profil dasar perairan seperti di bawah ini.



Gambar 4.41 Posisi garis analisa *Line 7*



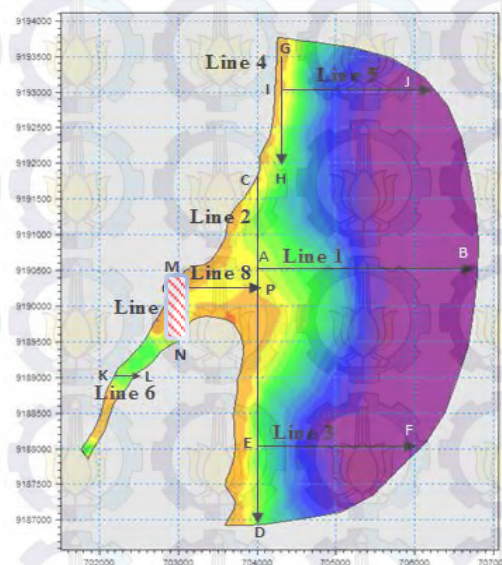
Gambar 4.42 Perubahan permukaan dasar sepanjang *Line 7*, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)

Profil perairan dasar mengalami kenaikan ke atas yang menunjukkan adanya pendangkalan. Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.041 meter dan surut adalah 0.042 meter. Untuk mengetahui seberapa besar volume sedimentasi yang terjadi, maka dilakukan perhitungan *net volume* di lokasi *Line 7*. Metode yang digunakan adalah

metode *Cut and Fill* yang dibantu dengan program *software*. Data yang diinputkan adalah nilai *bed level time step 0* dan *time step 359* (15 hari pemodelan) dari hasil simulasi sebaran sedimen. Karena dihari ke-15 tersebut bisa diketahui perubahan sedimentasi dari awal hingga akhir pemodelan. Dilihat dari tabel di bawah, daerah ini cenderung mengalami sedimentasi yang ditandai dengan lebih besarnya nilai volume *cut* dari pada nilai volume *fill*. Daerah perhitungan *net volume* seperti gambar yang diarsir berikut. Didapatkan volume sebesar 727.91 m^3 .

Tabel 4.7 Hasil perhitungan volume dari Grid Volume *Line 7*

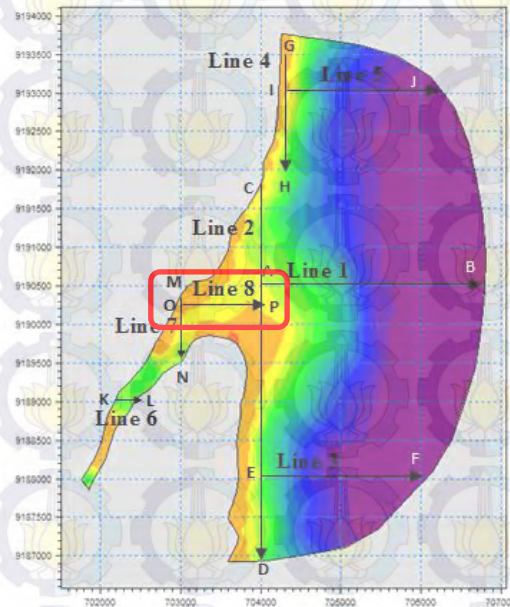
<i>Volume Report</i>	(m^3)
<i>Total Voumes by:</i>	
<i>Trapezoidal Rule:</i>	727,75
<i>Simpson's Rule:</i>	728,08
<i>Simpson's 3/8 Rule:</i>	728,02
<i>Cut & Fill Volume:</i>	
<i>Positive Volume (Cut)</i>	1254,39
<i>Negative Volumes (Fill)</i>	526,48
<i>Net Volumes (Cut-Fill)</i>	727,91
Dominan	Sedimentasi



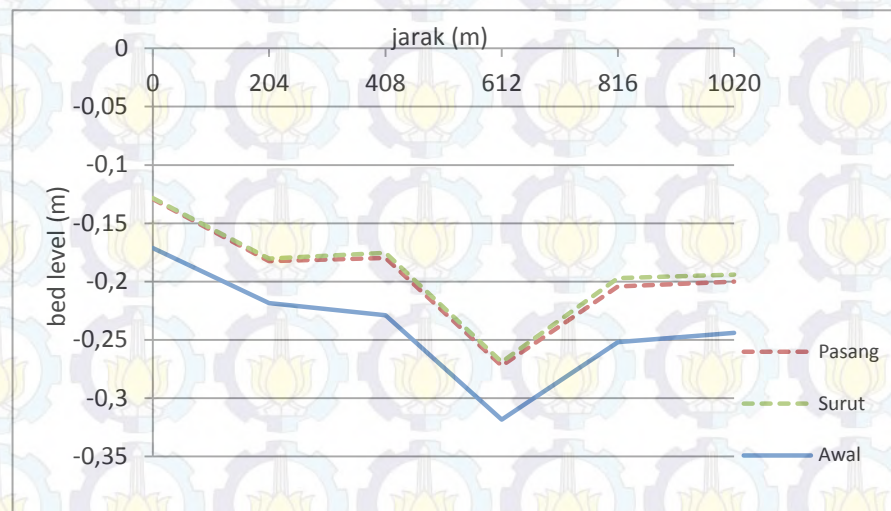
Gambar 4.43 Daerah perhitungan volume *Line 7*

c. *Line 8*

Koordinat *Line 8* mulai dari O (702980, 9190250) dan berakhir di P (704000, 9190250) menghasilkan perubahan profil dasar perairan seperti di bawah ini.



Gambar 4.44 Posisi garis analisa *Line 8*



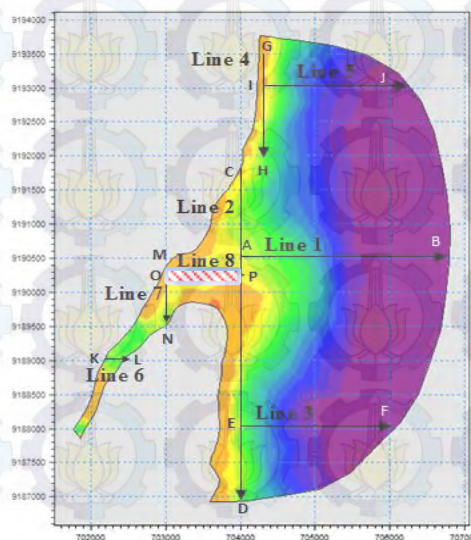
Gambar 4.45 Perubahan permukaan dasar sepanjang *Line 8* kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)

Profil perairan dasar mengalami kenaikan ke atas yang menunjukkan adanya pendangkalan. Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0,044 meter dan surut

adalah 0.048 meter. Untuk mengetahui seberapa besar volume sedimentasi yang terjadi, maka dilakukan perhitungan *net volume* dilokasi *Line 8*. Metode yang digunakan adalah metode *Cut and Fill* yang dibantu dengan program software. Data yang diinputkan adalah nilai *bed level time step 0* dan *time step 359* (15 hari pemodelan) dari hasil simulasi sebaran sedimen. Karena dihari ke- 15 tersebut bisa diketahui sebaran sedimen dari awal hingga akhir pemodelan. Dilihat dari tabel di bawah, daerah ini cenderung mengalami sedimentasi yang ditandai dengan lebih besarnya nilai volume *cut* dari pada nilai volume *fill*. Daerah perhitungan *net volume* seperti gambar yang diarsir berikut. Didapatkan volume sebesar 1465.83 m^3 .

Tabel 4.8 Hasil perhitungan volume dari Grid Volume *Line 8*

<i>Volume Report</i>	(m^3)
<i>Total Voumes by:</i>	
<i>Trapezoidal Rule:</i>	1465.92
<i>Simpson's Rule:</i>	1466.03
<i>Simpson's 3/8 Rule:</i>	1466.01
<i>Cut & Fill Volume:</i>	
<i>Positive Volume (Cut)</i>	1531.35
<i>Negative Volumes (Fill)</i>	65.52
<i>Net Volumes (Cut-Fill)</i>	1465.83
Dominan	Sedimentasi



Gambar 4.46 Daerah perhitungan volume *Line 8*

Dari tiga buah garis tinjau yang dianalisa, di sekitar muara ke arah badan sungai, *Line 6*, *Line 7*, *Line 8* mengalami sedimentasi. Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan volume dengan metode *cut and fill* yang menunjukkan sedimentasi lebih besar daripada erosi. Berikut adalah hasil perhitungan volume yang mengalami pendangkalan, termasuk *Line 2*:

Tabel 4.9 Besar nilai volume sedimentasi dan erosi

Line	Volume (m ³)		
	Sedimentasi	Erosi	Dominan
2	6787,65	1959,75	Sedimentasi
6	328,21	99,72	Sedimentasi
7	1254,39	526,48	Sedimentasi
8	1531,35	65,52	Sedimentasi

Rata-rata perubahan dasar di daerah muara ke arah laut yakni sebesar:

Tabel 4.10 Kumpulan nilai perubahan profil dasar perairan dan rata-ratanya

Line	Pasang (m)	Surut (m)
6	0.044	0.047
7	0.041	0.042
8	0.044	0.048
Rata-rata :	0.043	0.046

Jadi, rata-rata perubahan profil dasar perairan di daerah muara ke arah badan sungai saat kondisi pasang adalah 0.043 meter dan surut adalah 0.046 meter. Disertai dengan nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang sebesar 0.017 g/m³ sedangkan saat surut sebesar 7.72 g/m³.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pemodelan dan pengamatan pada Muara Sungai Kali Buntung, Tambak Oso, Surabaya dapat ditarik kesimpulan:

1. Pola arus dipengaruhi oleh aliran pasang surut air laut. Aliran arus mengikuti aliran pasang surut. Besar kecepatan arus yang didapatkan dari hasil simulasi di badan sungai adalah sekitar 0.0 – 0.18 m/s, sementara di daerah muara kecepatan arus sedikit lebih besar, yaitu sekitar 0.0 – 0.21 m/s.
2. Saat kondisi akan pasang dan pasang tertinggi terlihat arus bergerak memasuki muara menuju hulu sungai, sedimen cenderung tertahan oleh arus di bagian hulu dan akhirnya mengendap di daerah muara. Sedangkan pada saat kondisi akan surut dan surut tertinggi, terlihat aliran arus bergerak menuju lautan dan angkutan sedimen juga bergerak mengikuti aliran arus. Sehingga angkutan sedimen dapat bergerak secara maksimal sampai menuju keluar muara dan akhirnya mengendap di daerah tersebut. Pada simulasi sebaran sedimen didapatkan nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang adalah 0.0004 g/m^3 dan saat surut adalah 1.254 g/m^3 .
3. Besar nilai perubahan profil dasar perairan di daerah muara ke badan laut saat kondisi pasang adalah 0.0053 meter dan surut adalah 0.0066 meter. Sedangkan daerah badan sungai nilai perubahan dasar perairan saat pasang adalah 0.043 meter dan surut adalah 0.046 meter. Dari beberapa lokasi yang ditinjau perubahan profil dasar perairan di depan mulut muara dan badan sungai mengalami sedimentasi. Dengan nilai volume sedimen di *Line 2* sebesar 4827.89 m^3 , *Line 6* sebesar 228.49 m^3 , *Line 7* sebesar 727.91 m^3 dan *Line 8* sebesar 1465.83 m^3 .

5.2 Saran

Saran untuk pengerjaan Tugas Akhir berikutnya:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai prediksi ke depan untuk volume dan laju sedimen dalam beberapa tahun ke depan.
2. Perhitungan perubahan dasar dan volumenya akan lebih baik lagi bila divalidasi agar penghitungan dapat akurat dan teliti.
3. Simulasi numerik dilakukan hanya 15 hari sedangkan untuk memprediksi akumulasi sedimen diperlukan waktu pengamatan dalam hitungan tahun.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, Zuriati. 2011. *Analisa Pola Arus dan Laju Sedimentasi Terhadap Perubahan Batimetri di Perairan Teluk Tomini Gorontalo*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.

Damerianne, Happy A. 2013. *Analisa Laju Sedimentasi di Kanal Cooling Intake PLTGU Grati (PT. Indonesia Power Unit Bisnis Pembangkitan) UPB Perak-Grati*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.

Ikhsan, M. Perencanaan Sistem Drainase Pada Sungai Buntung Kabupaten Sidoarjo. *Neutron*: Volume 5 Nomor 1. Februari 2015

Prakoso, Andre. 2015. *Analisa Laju Sedimentasi Pada Alur Pelayaran Timur, Pelabuhan Tanjung Priok*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.

Pratikto, W. A., Haryo D. A., Suntoyo. 1997. *Perencanaan Fasilitas Pantai dan Laut*. Yogyakarta: BPFE

Ronggodigdo, S. 2011. *Kajian Sedimentasi Serta Hubungannya Terhadap Pendangkalan di Muara Sungai Belawan*. Tugas Akhir Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik-USU. Sumatra Utara

Software, DHI. 2007. *DHI Water and Environment*. Denmark

Software, DHI. 2007. *Help Topics (MIKE 21-Sand Transport Module)*. Denmark

Suntoyo. 2014. *Modul Ajar Mekanika dan Teknologi Transportasi Sedimen*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.

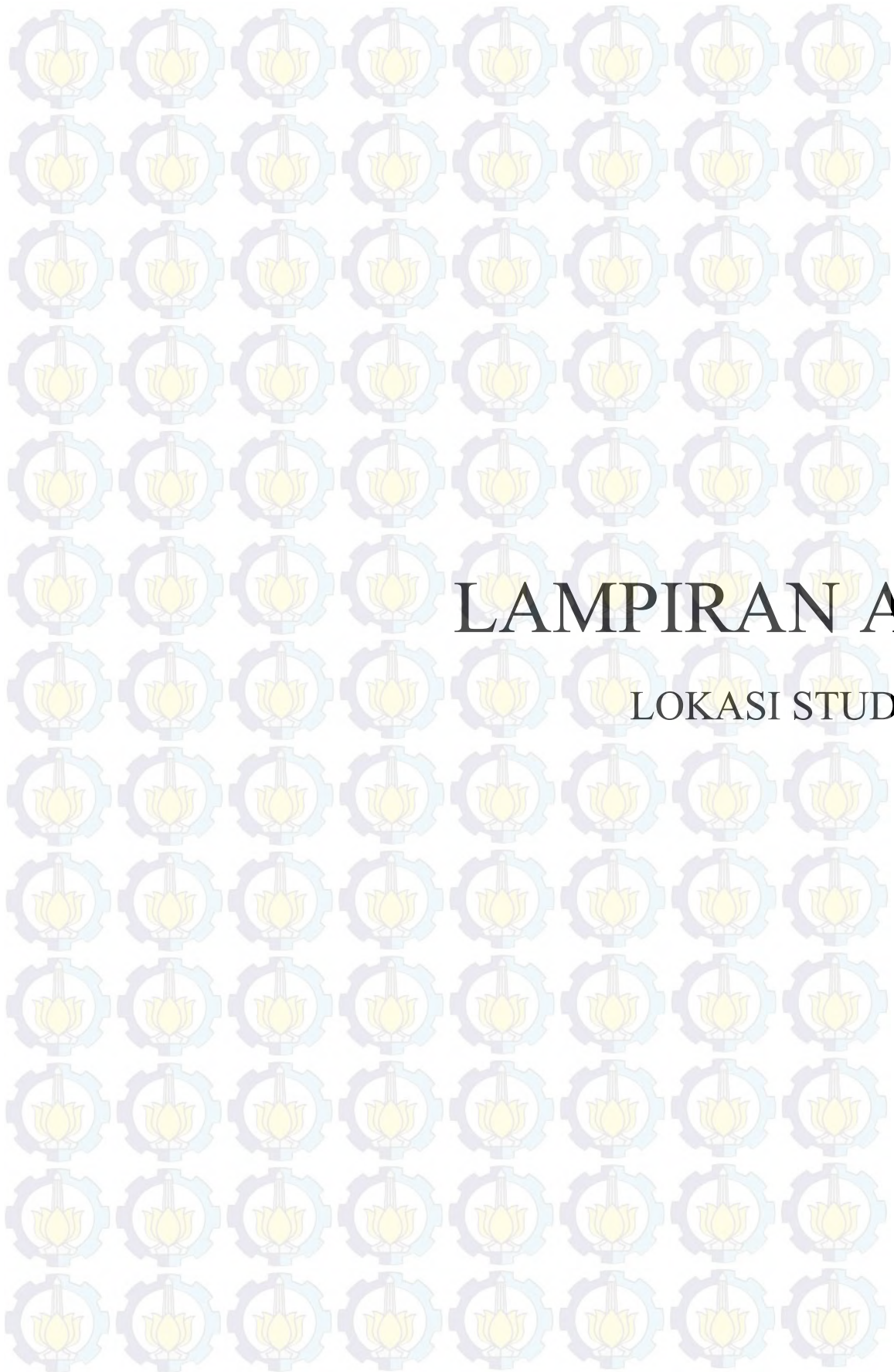
Triatmodjo, Bambang. 2012. *Teknik Pantai*. Yogyakarta: Beta Offset

Wahyuni, Nurul. 2014. *Analisa Laju Volume Sedimentasi di Alur Pelayaran Barat Surabaya (APBS)*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.

Wicaksono, Fiqyh T. 2014. *Studi Laju Sedimentasi Akibat Dampak Reklamasi di Teluk Lamong Gresik*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Kelautan, FTK-ITS. Surabaya.

Zakaria, Ahmad. 2009. *Dasar Teori dan Aplikasi Program Interaktif Berbasis Web untuk Menghitung Panjang Gelombang dan Pasang Surut*. Magiser Teknik Sipil Unila, Lampung.

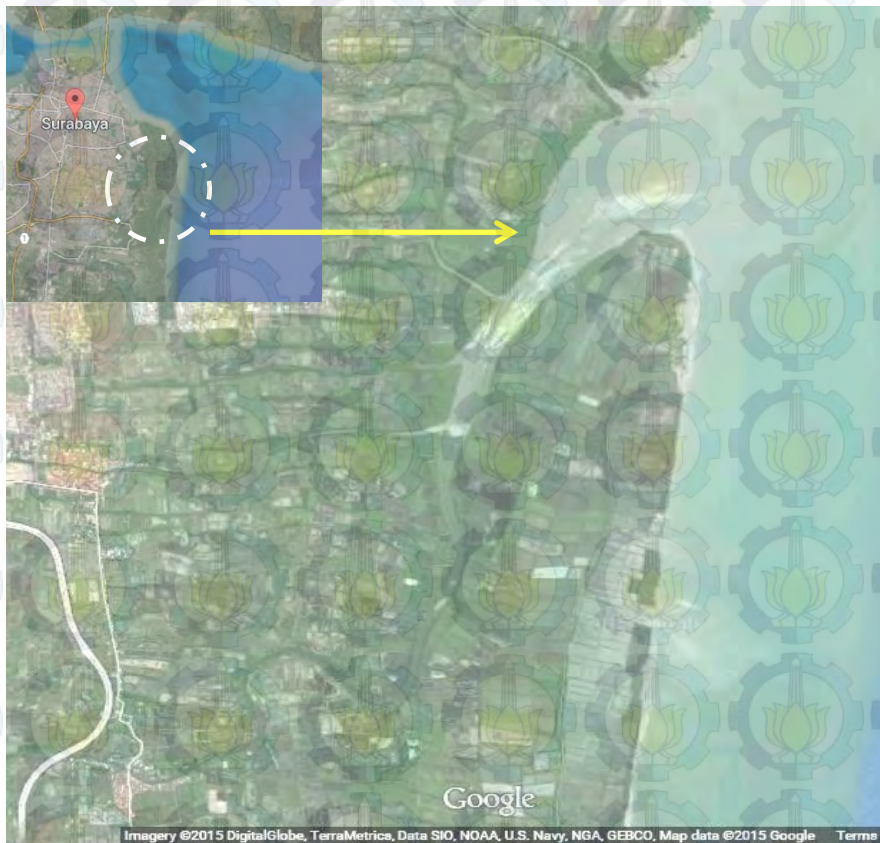
<https://maps.google.com/> (diakses pada 15 April 2015).



LAMPIRAN A

LOKASI STUDI

1. Lokasi Studi Dari *Google Map*

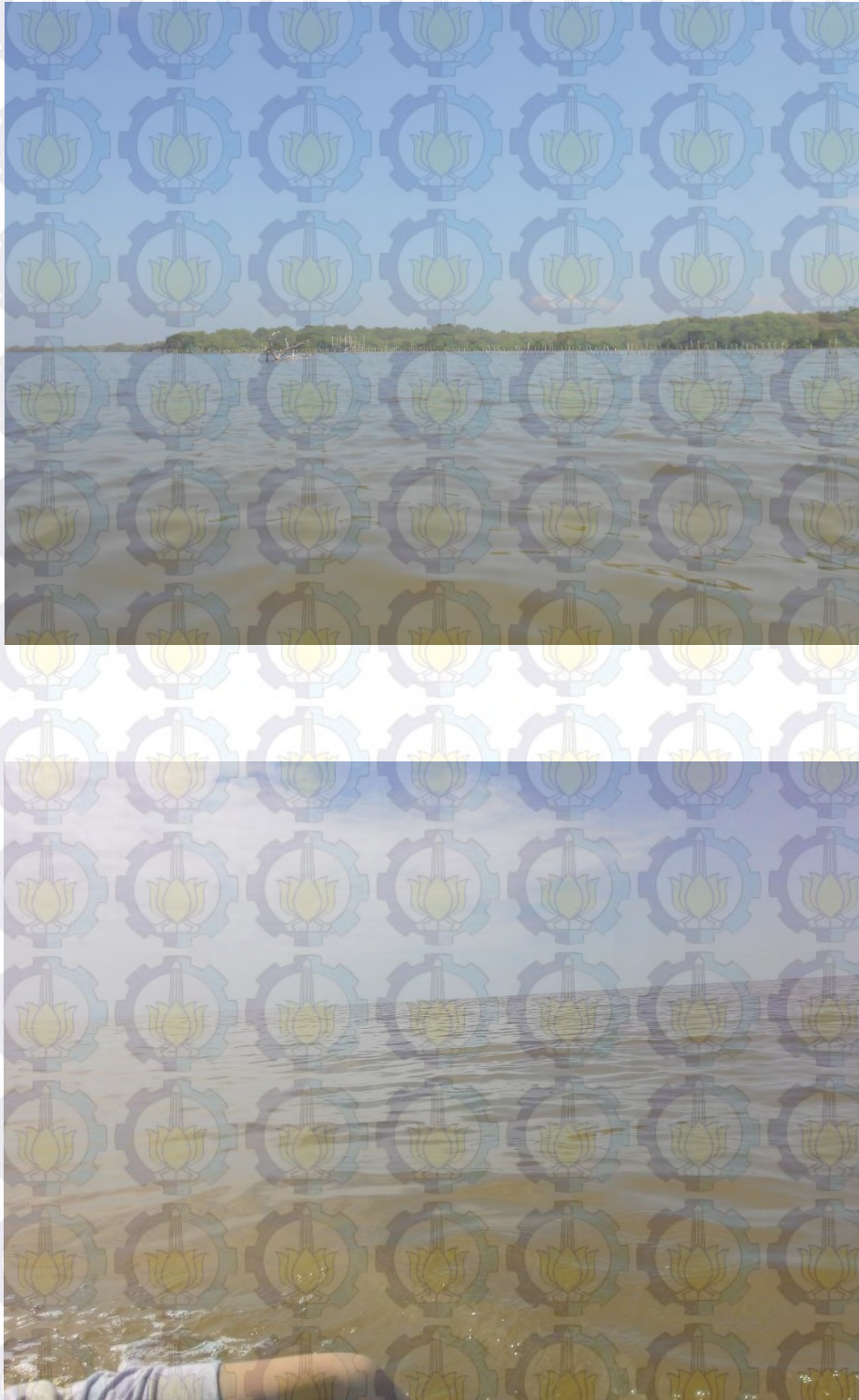


2. Kondisi di Sungai Kali Buntung





3. Kondisi di Muara Kali Buntung



4. Persiapan Pengambilan Sampel Tanah





LAMPIRAN B

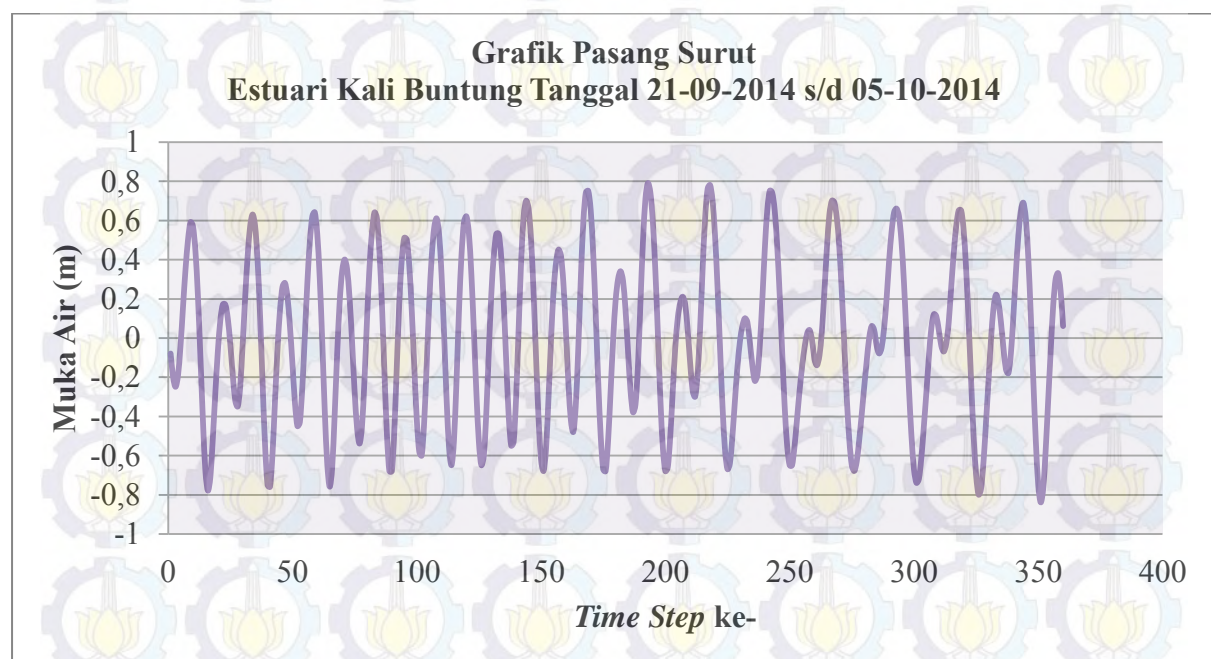
DATA PASANG SURUT

Data Pasang Surut

Estuari Kali Buntung Selama 21 September – 5 Oktober 2014

Waktu (Jam)	Ketinggian (meter)						
	21-Sep-14	22-Sep-14	23-Sep-14	24-Sep-14	25-Sep-14	26-Sep-14	27-Sep-14
0:00	0,15	0,15	0,25	0,35	0,55	0,65	0,85
1:00	-0,05	-0,15	-0,05	-0,05	0,05	0,25	0,55
2:00	-0,25	-0,35	-0,35	-0,35	-0,35	-0,15	0,05
3:00	-0,25	-0,45	-0,55	-0,65	-0,65	-0,55	-0,45
4:00	-0,05	-0,35	-0,55	-0,65	-0,85	-0,85	-0,75
5:00	0,15	-0,05	-0,35	-0,55	-0,75	-0,95	-0,95
6:00	0,35	0,25	-0,05	-0,25	-0,55	-0,75	-0,95
7:00	0,65	0,55	0,35	0,15	-0,15	-0,45	-0,65
8:00	0,65	0,65	0,65	0,45	0,25	-0,05	-0,35
9:00	0,65	0,75	0,75	0,65	0,55	0,35	0,05
10:00	0,45	0,55	0,75	0,75	0,65	0,55	0,35
11:00	0,05	0,25	0,45	0,55	0,65	0,65	0,55
12:00	-0,35	-0,05	0,15	0,25	0,45	0,55	0,55
13:00	-0,65	-0,45	-0,25	-0,05	0,05	0,25	0,35
14:00	-0,85	-0,75	-0,55	-0,45	-0,25	-0,05	0,05
15:00	-0,85	-0,85	-0,75	-0,65	-0,55	-0,35	-0,25
16:00	-0,75	-0,75	-0,75	-0,75	-0,65	-0,55	-0,45
17:00	-0,45	-0,45	-0,55	-0,55	-0,55	-0,55	-0,45
18:00	-0,05	-0,15	-0,15	-0,25	-0,25	-0,35	-0,35
19:00	0,35	0,25	0,25	0,15	0,15	0,05	-0,05
20:00	0,65	0,65	0,65	0,55	0,55	0,45	0,35
21:00	0,75	0,75	0,85	0,85	0,85	0,85	0,75
22:00	0,75	0,75	0,85	0,95	0,95	1,05	0,95
23:00	0,45	0,55	0,65	0,85	0,85	1,05	1,15

Waktu (Jam)	Ketinggian (meter)							
	28-Sep-14	29-Sep-14	30-Sep-14	01-Okt-14	02-Okt-14	03-Okt-14	04-Okt-14	05-Okt-14
0:00	1,05	1,05	1,05	0,85	0,55	0,15	-0,05	-0,25
1:00	0,75	0,95	0,95	0,85	0,65	0,35	-0,05	-0,35
2:00	0,35	0,55	0,75	0,85	0,75	0,45	0,05	-0,35
3:00	-0,15	0,15	0,45	0,65	0,75	0,55	0,25	-0,15
4:00	-0,55	-0,35	0,05	0,35	0,55	0,65	0,45	0,15
5:00	-0,85	-0,65	-0,35	0,05	0,35	0,65	0,65	0,45
6:00	-0,95	-0,85	-0,65	-0,35	0,05	0,45	0,65	0,75
7:00	-0,85	-0,95	-0,85	-0,55	-0,25	0,25	0,55	0,75
8:00	-0,65	-0,85	-0,85	-0,75	-0,45	-0,15	0,35	0,65
9:00	-0,25	-0,55	-0,75	-0,85	-0,75	-0,45	-0,05	0,45
10:00	0,05	-0,25	-0,55	-0,75	-0,85	-0,75	-0,45	-0,05
11:00	0,35	0,05	-0,25	-0,55	-0,85	-0,85	-0,75	-0,45
12:00	0,45	0,25	-0,05	-0,35	-0,65	-0,85	-0,95	-0,85
13:00	0,35	0,35	0,15	-0,15	-0,45	-0,75	-0,95	-1,05
14:00	0,15	0,25	0,25	0,05	-0,25	-0,55	-0,85	-1,05
15:00	-0,05	0,15	0,15	0,15	0,05	-0,25	-0,55	-0,75
16:00	-0,25	-0,05	0,15	0,25	0,25	0,15	-0,15	-0,35
17:00	-0,35	-0,15	0,05	0,25	0,35	0,35	0,25	0,05
18:00	-0,35	-0,25	-0,05	0,15	0,35	0,55	0,65	0,55
19:00	-0,15	-0,15	-0,05	0,15	0,35	0,55	0,75	0,85
20:00	0,15	0,05	0,05	0,05	0,25	0,55	0,75	0,95
21:00	0,55	0,35	0,15	0,15	0,15	0,35	0,65	0,85
22:00	0,85	0,65	0,45	0,25	0,15	0,15	0,35	0,55
23:00	1,05	0,85	0,65	0,35	0,15	-0,05	0,05	0,15





LAMPIRAN C

PETA BATIMETRI




LAMPIRAN D

DATA KECEPATAN ARUS

Data Sekunder Kecepatan Arus Sungai Kali Buntung

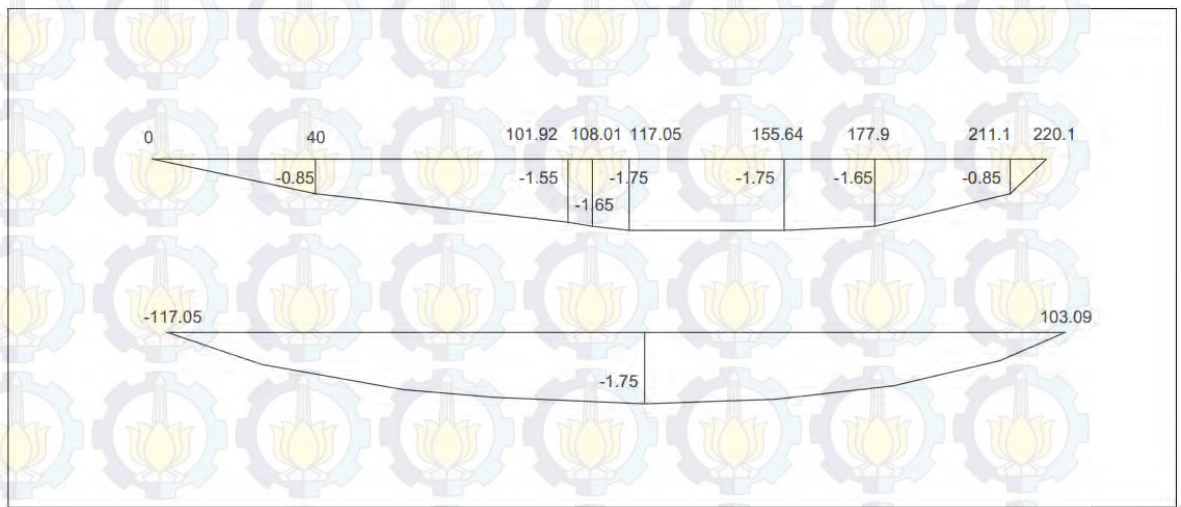
Waktu (tanggal dan jam)	Kecepatan Arus (m/det)
	Data Sekunder
9/21/2014 22:00:00	0,01348
23:00:00	0,05087
9/22/2014 0:00:00	0,05977
1:00:00	0,17644
2:00:00	0,02097
3:00:00	0,01145
4:00:00	0,01128
5:00:00	0,04198
6:00:00	0,05002
7:00:00	0,01391
8:00:00	0,01948
9:00:00	0,02065
10:00:00	0,07075
11:00:00	0,14107



LAMPIRAN E

DATA DEBIT SUNGAI

Data debit didapatkan menggunakan metode integral sebagai berikut:



$$\Rightarrow y = a(x - x_1)(x - x_2)$$

dengan asumsi $y = -1.75$ dan $x = 0$, maka

$$-1.75 = a[0 - (-117.0504)][0 - (103.0862)]$$

$$a = \frac{-1.75}{-12066.2809} = 1.45 \times 10^{-4}$$

$$f(x) = 1.45 \times 10^{-4}(x + 117.0504)(x - 103.0862)$$

$$= 1.45 \times 10^{-4}(x^2 + 13.9642x - 12066.2809)$$

$$= 0.000145x^2 + 0.002024809x - 1.7496107305$$

$$\Rightarrow L = \int_{-117.0862}^{103.0862} f(x) dx$$

$$= \int_{-117.0862}^{103.0862} (0.000145x^2 + 0.002025x - 1.749611) dx$$

$$= 0.000145/3x^3 + 0.002025/2x^2 -$$

$$1.74911x \Big|_{-117.0504}^{103.0862}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0.000048x^3 + 0.0010125x^2 - 1.749611x \Big|_{-117.0504}^{103.0862} \\
 &= [0.000048(103.0862)^3 + 0.001013(103.0862)^2 - 1.749611(103.0862)] - \\
 &\quad [(0.000048(-117.0504)^3 + 0.001013(-117.0504)^2 - 1.749611(- \\
 &\quad -117.0504))] \\
 &= -258.7079 \text{ satuan luas (m}^2\text{)}
 \end{aligned}$$

Sehingga Q dapat diketahui dengan formula/ rumus kontinuitas dasar berikut ini (nilai v menggunakan nilai kecepatan rata-rata selama pengukuran di titik yang ditinjau) :

$$Q = v.A$$

Dengan:

$$Q = \text{Debit Aliran (m}^3\text{/s)}$$

$$V = \text{Kecepatan Aliran (m/s)}$$


$$A = \text{Luas Penampang Aliran (m}^2\text{)}$$

Maka,

$$Q = v.A$$

$$= 0.1947 \times 258.7079$$

$$= 50.39 \text{ m}^3\text{/s}$$



LAMPIRAN F

DATA ANGIN



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA
STASIUN METEOROLOGI MARITIM PERAK SURABAYA

Jalan Kalimas Baru 97 B
Surabaya - 60165

TGM : KASMAR SURABAYA
Email : meteomaritimby@yahoo.co.id

Telp/Fax : (031) 3291439
Telp/Fax : (031) 3287123

DATA ANGIN TAMBAK OSO TAHUN 2014

TGL	Januari		Februari		Maret		April		Mei		Juni		Juli		Agustus		September		Oktober		November		Desember	
	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.	Arah	Kec.
1	180	2.7	293	8.9	182	1.3	90	2.0	91	2.6	163	2.4	146	4.6	117	4.5	128	4.9	141	5.0	89	2.1	211	3.0
2	126	1.7	292	7.6	204	0.9	106	3.9	105	4.5	119	2.2	131	5.1	122	4.6	125	4.6	107	4.8	142	2.0	295	1.4
3	299	1.6	289	6.3	293	1.6	128	2.7	100	4.7	136	3.7	132	5.4	114	5.3	131	4.8	147	3.6	175	3.4	154	1.6
4	234	2.4	308	5.9	281	2.6	108	3.0	93	5.5	112	5.1	130	5.4	114	8.1	110	4.2	129	4.3	90	3.1	181	2.2
5	125	2.5	315	4.6	267	2.8	46	1.3	112	5.4	124	4.1	132	5.3	98	9.2	106	4.5	133	6.2	84	1.5	331	1.5
6	219	1.8	315	4.8	201	1.6	282	3.5	112	5.3	134	3.3	108	5.0	101	7.1	110	5.0	153	4.5	28	1.4	348	1.9
7	213	3.9	291	5.6	280	2.1	315	1.6	116	4.3	147	3.4	128	5.3	147	4.6	133	5.1	117	3.5	200	1.8	246	4.9
8	200	1.4	294	5.6	314	3.1	289	2.9	87	2.4	107	3.7	144	4.8	153	4.6	124	4.8	130	4.3	138	2.8	248	3.1
9	200	1.2	296	6.6	252	4.5	266	2.1	108	2.3	106	3.7	273	44.9	116	4.9	111	4.8	131	2.8	172	2.4	242	4.8
10	354	1.2	287	6.2	250	3.2	159	1.9	148	3.6	126	2.4	273	59.4	135	5.4	133	5.1	206	2.2	164	2.9	116	3.2
11	15	2.1	301	5.4	244	3.4	149	2.4	93	3.0	225	1.0	273	56.5	147	5.1	149	5.3	204	2.1	255	1.2	277	2.3
12	260	3.2	280	3.9	244	4.3	231	2.6	64	3.8	131	3.2	273	53.6	114	4.8	149	5.4	200	2.1	353	1.4	277	2.5
13	210	4.4	269	3.3	269	3.3	217	2.3	129	4.1	112	4.4	273	50.6	123	5.3	135	4.9	195	2.0	151	1.6	287	4.2
14	231	3.8	276	4.2	263	2.3	225	3.1	138	2.5	115	4.8	273	47.7	133	5.9	115	4.5	189	2.0	112	2.1	300	3.7
15	266	8.1	262	3.8	315	2.7	196	1.7	108	3.6	113	4.8	273	44.8	141	5.8	117	4.4	187	2.0	106	2.9	296	2.7
16	284	8.0	279	1.4	359	2.7	344	0.5	113	4.8	112	5.3	272	41.9	146	3.8	117	4.8	180	2.0	121	3.0	276	2.5
17	290	8.5	44	2.1	304	1.3	135	1.5	119	3.8	104	5.2	272	39.0	155	3.0	114	6.0	177	2.0	134	2.8	255	2.4
18	276	7.1	283	3.8	262	2.9	60	1.1	133	2.0	114	5.3	272	36.1	113	3.7	121	5.7	172	2.0	129	2.4	251	2.4
19	282	7.8	259	3.2	172	2.4	90	0.8	100	1.4	121	4.5	272	33.2	105	3.5	116	6.6	168	2.0	116	3.1	129	1.8
20	283	7.9	262	3.5	340	2.1	93	1.0	265	1.2	95	4.0	272	32.7	93	3.6	114	6.4	165	2.0	113	3.2	137	1.8
21	278	8.6	265	4.1	330	3.6	102	1.1	135	2.8	90	3.3	271	27.4	145	3.9	114	4.7	161	2.1	107	3.4	356	1.5
22	277	7.0	249	3.8	308	3.0	338	1.7	124	3.7	134	3.5	271	24.5	127	4.7	139	4.6	157	2.2	97	3.5	160	0.9
23	274	6.3	267	5.4	316	2.3	343	1.4	129	3.7	107	4.4	271	21.6	118	5.6	131	5.4	153	2.3	115	3.3	137	2.2
24	282	6.0	266	3.4	14	1.3	165	0.9	92	3.7	117	4.4	270	18.7	139	5.2	145	4.5	150	2.3	313	1.1	343	1.4
25	250	5.5	299	3.9	350	1.4	114	1.5	110	5.2	107	5.7	269	15.8	146	4.3	109	3.5	145	2.4	297	1.2	192	0.8
26	280	5.1	279	3.7	112	1.5	136	1.4	120	4.5	115	5.4	268	12.9	127	4.4	109	3.0	143	2.5	87	2.2	333	1.7
27	278	5.4	320	3.1	62	1.0	121	1.6	128	2.8	135	4.2	267	10.0	112	4.4	171	4.0	141	2.6	214	1.4	208	3.5
28	268	5.4	291	2.4	110	1.9	103	1.6	67	2.8	136	4.0	264	7.1	130	4.3	103	3.6	138	2.7	223	2.6	199	5.6
29	280	7.8			106	2.7	5	1.7	128	3.2	141	4.5	259	4.3	130	3.6	117	3.4	136	2.8	269	2.2	256	2.3
30	285	8.4			102	4.2	90	0.8	132	3.3	163	4.2	227	1.9	131	3.8	155	3.5	133	3.0	210	4.2	200	1.2
31	280	9.0			113	3.8			161	3.2			131	2.3	110	4.3	110	4.3	132	3.3			249	3.0

Catatan : Kecepatan Angin Dalam Knot, Arah Angin Dalam Derajat

Surabaya, 16 April 2015
A.n Kasi Observasi & Informasi

Ahmad Bahtiar
NIP. 198201232008121002



LAMPIRAN G

DOKUMENTASI UJI TANAH

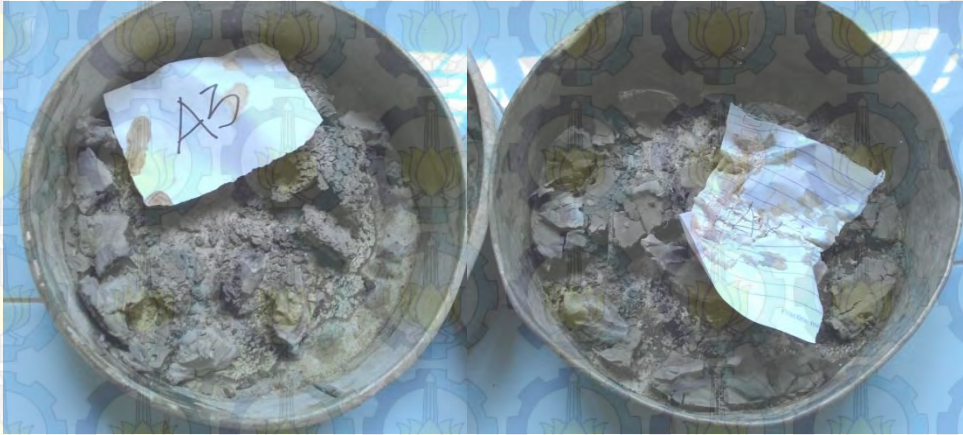
1. Sampel Tanah



2. Pengeringan Sampel Tanah Dalam Oven



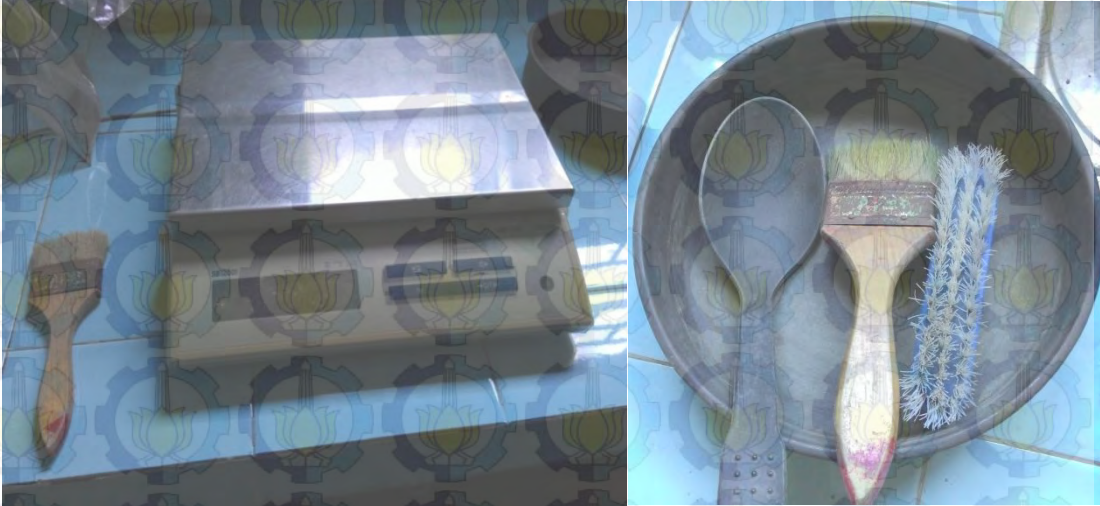
3. Sampel Tanah Hasil Pengovenan



4. Penumbukan Sampel Tanah yang Telah Kering



5. Penimbangan Alat dan Sampel Kering



6. Pengayakan dengan Satu Set Ayakan USA Standar & *Shaker Machine*



7. Sampel Setelah Uji Ayakan





LAMPIRAN H

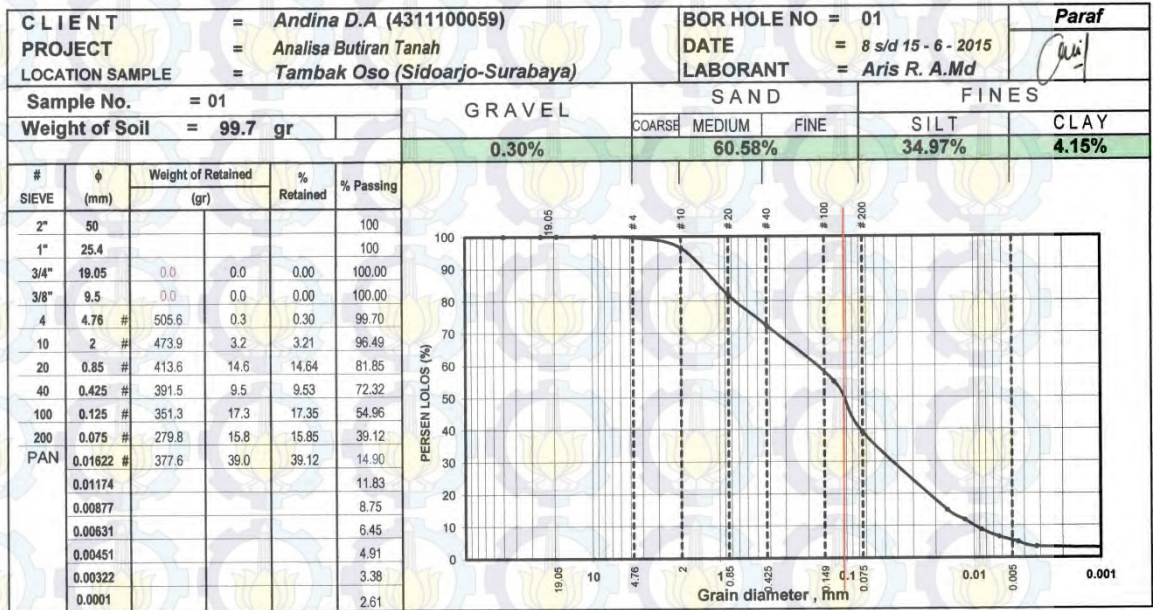
HASIL UJI TANAH

Hasil Uji Tanah (Grain Size) Laboratorium Sampel Butiran (D₅₀)



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN - FTK
LABORATORIUM REKAYASA DASAR LAUT DAN BAWAH AIR
 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Telp. 081330359100
 E-mail ; antoro@oe.its.ac.id

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

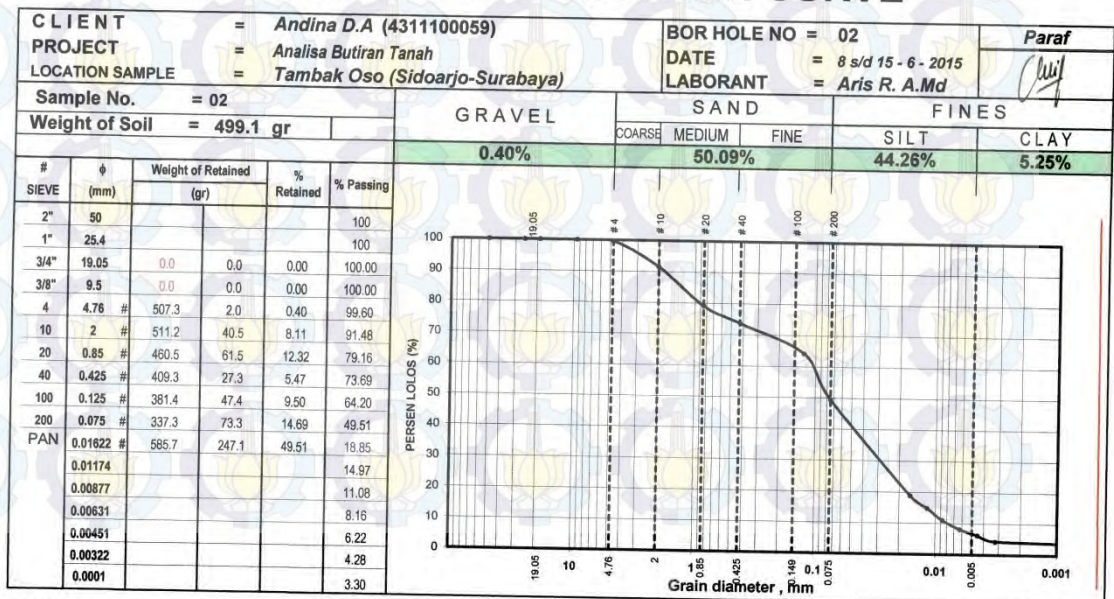


Analisis :
 1. D₅₀ = 0.110



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN - FTK
LABORATORIUM REKAYASA DASAR LAUT DAN BAWAH AIR
 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Telp. 081330359100
 E-mail ; antoro@oe.its.ac.id

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

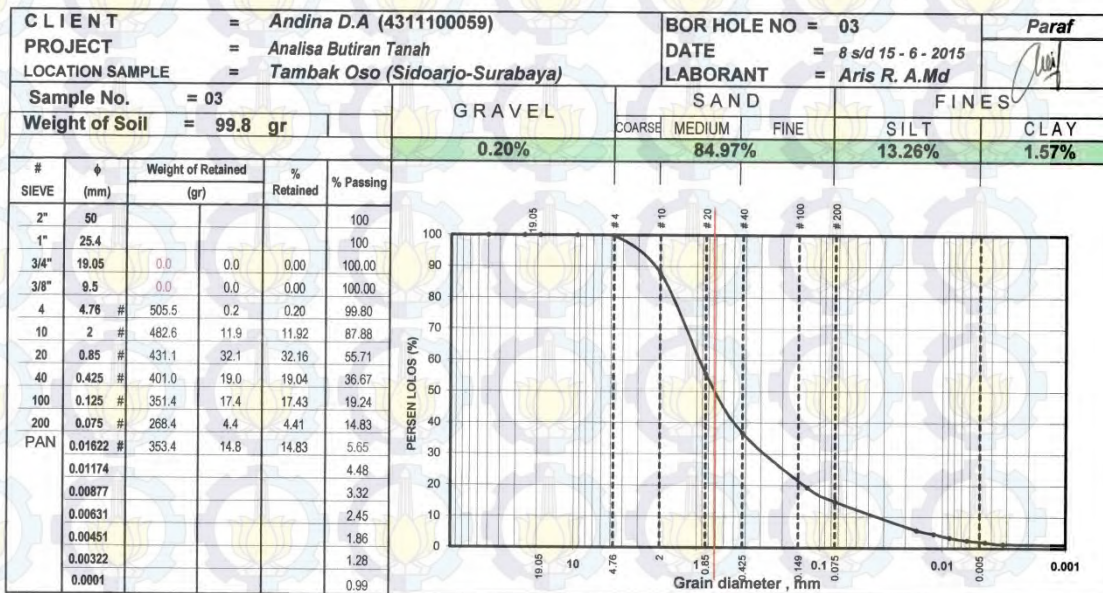


Analisis :
 1. D₅₀ = 0.075



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN - FTK
LABORATORIUM REKAYASA DASAR LAUT DAN BAWAH AIR
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Telp. 081330359100
E-mail ; antoro@oe.its.ac.id

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

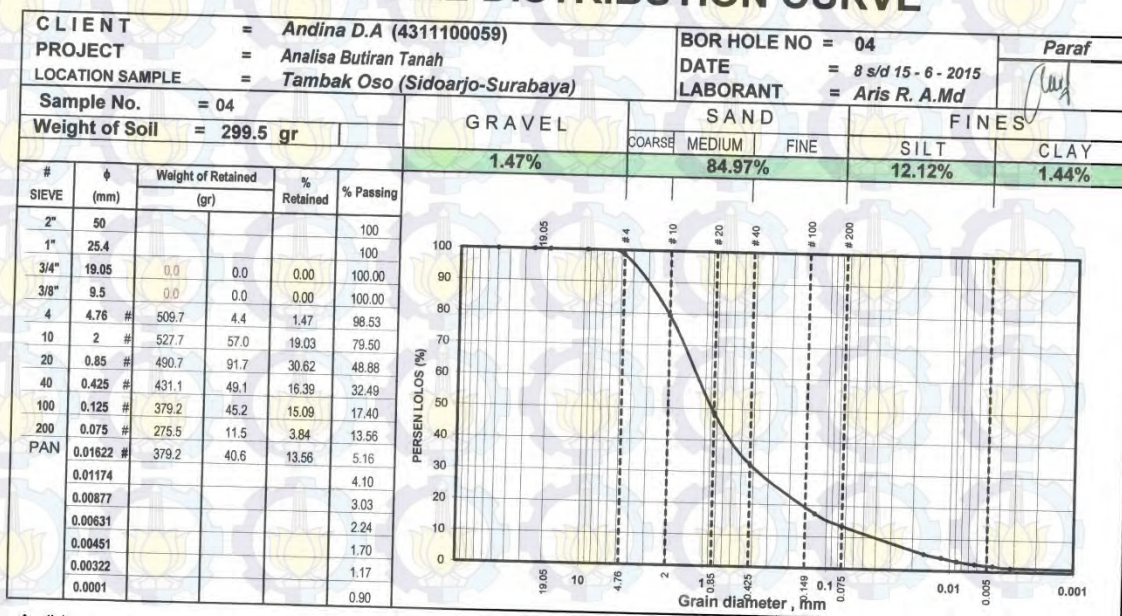


Analisis :
1. D 50 = 0.720



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN - FTK
LABORATORIUM REKAYASA DASAR LAUT DAN BAWAH AIR
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Telp. 081330359100
E-mail ; antoro@oe.its.ac.id

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

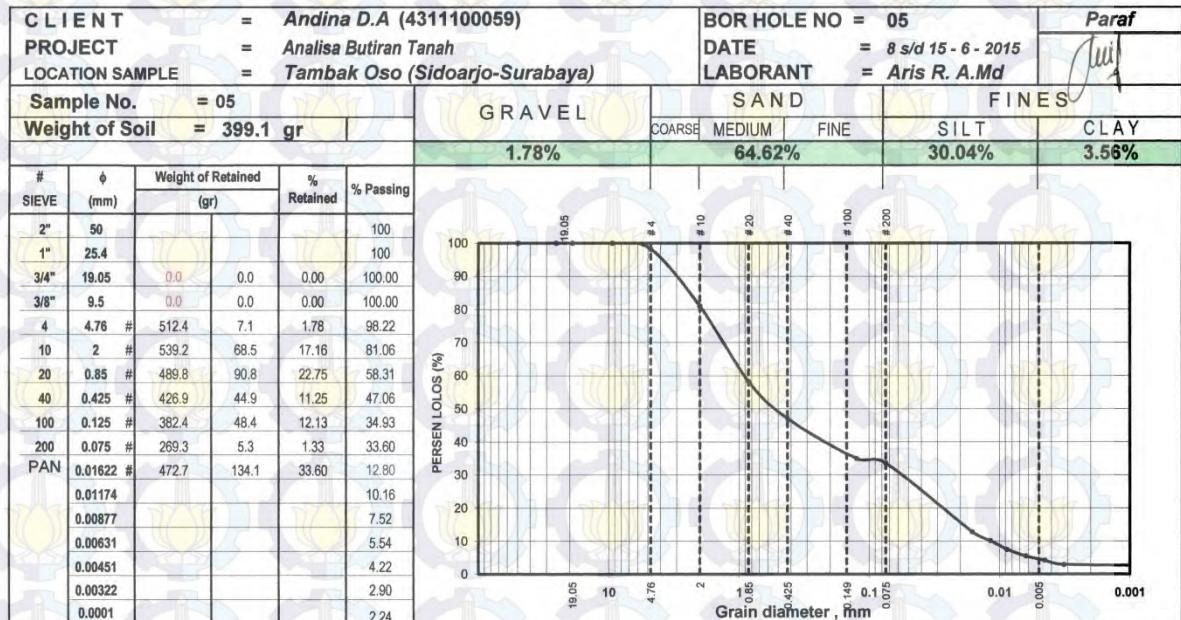


Analisis :
1. D 50 = 0.890



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN - FTK
LABORATORIUM REKAYASA DASAR LAUT DAN BAWAH AIR
 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Telp. 081330359100
 E-mail ; antoro@oe.its.ac.id

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

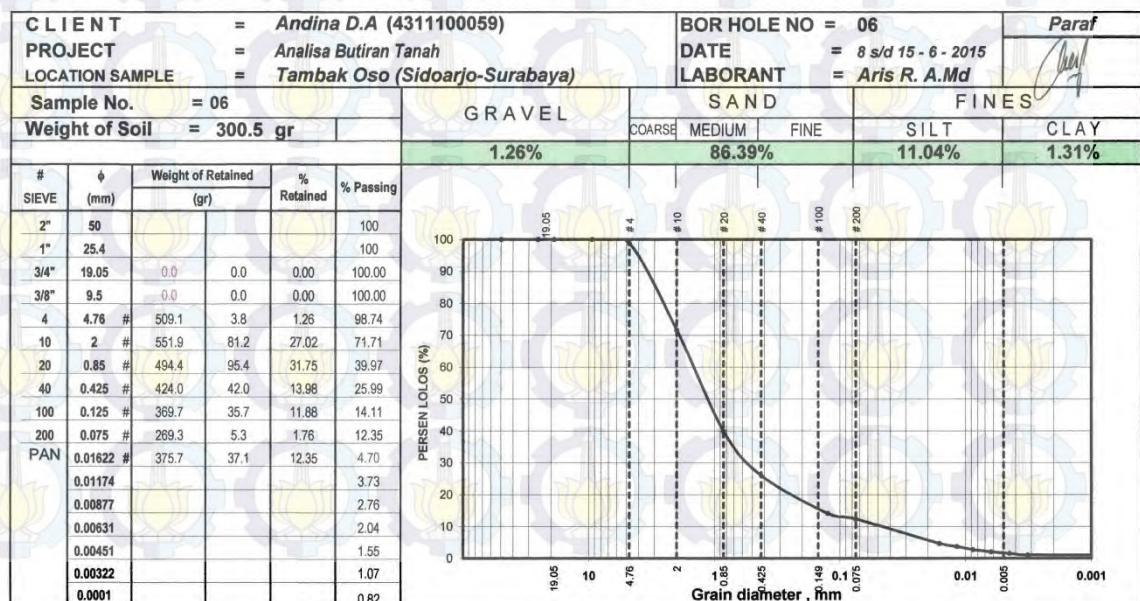


Analisis :
 1. D 50 = 0.550



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN - FTK
LABORATORIUM REKAYASA DASAR LAUT DAN BAWAH AIR
 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Telp. 081330359100
 E-mail ; antoro@oe.its.ac.id

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

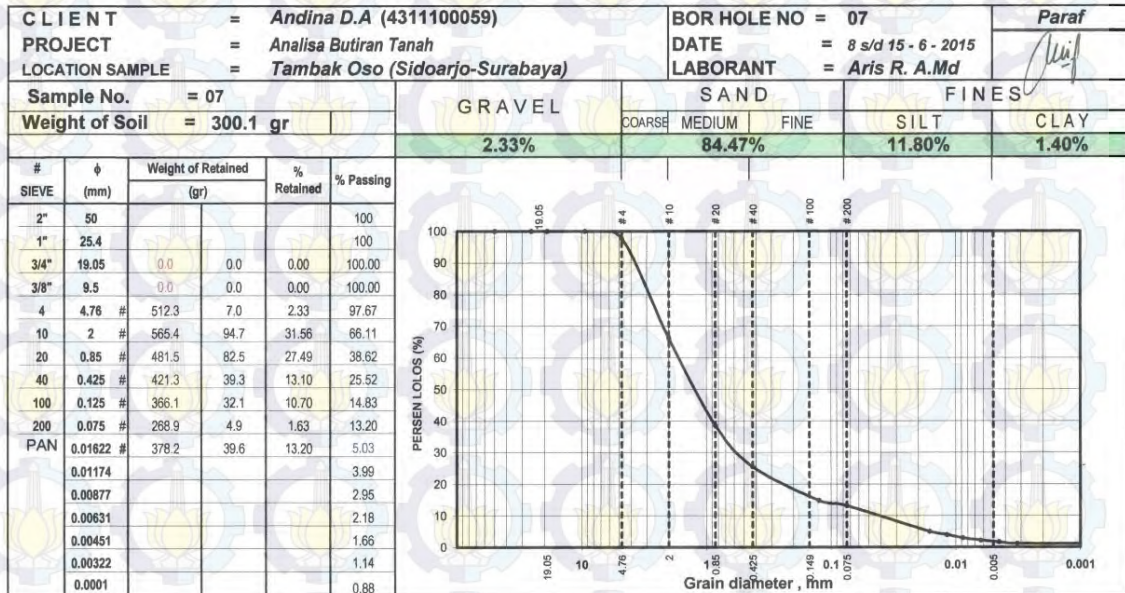


Analisis :
 1. D 50 = 1.300



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN - FTK
LABORATORIUM REKAYASA DASAR LAUT DAN BAWAH AIR
 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Telp. 081330359100
 E-mail : antoro@oe.its.ac.id

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE

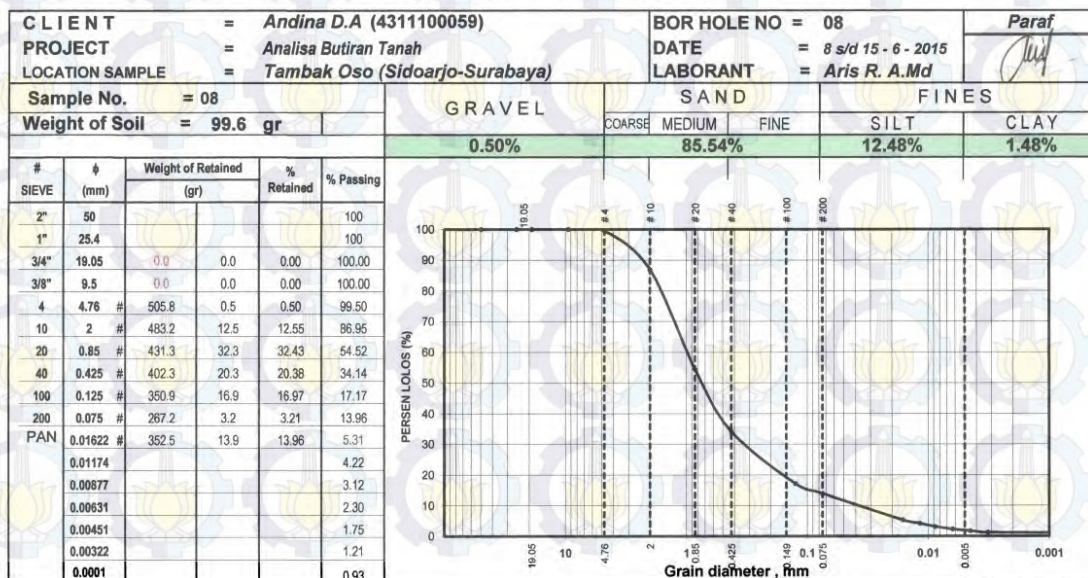


Analysis :
 1. D₅₀ = 1.400



JURUSAN TEKNIK KELAUTAN - FTK
LABORATORIUM REKAYASA DASAR LAUT DAN BAWAH AIR
 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111, Telp. 081330359100
 E-mail : antoro@oe.its.ac.id

GRAIN SIZE DISTRIBUTION CURVE



Analysis :
 1. D₅₀ = 0.770

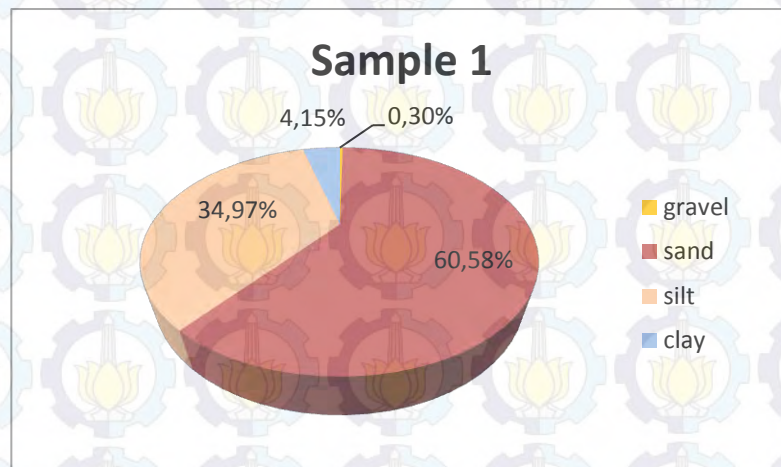


LAMPIRAN I

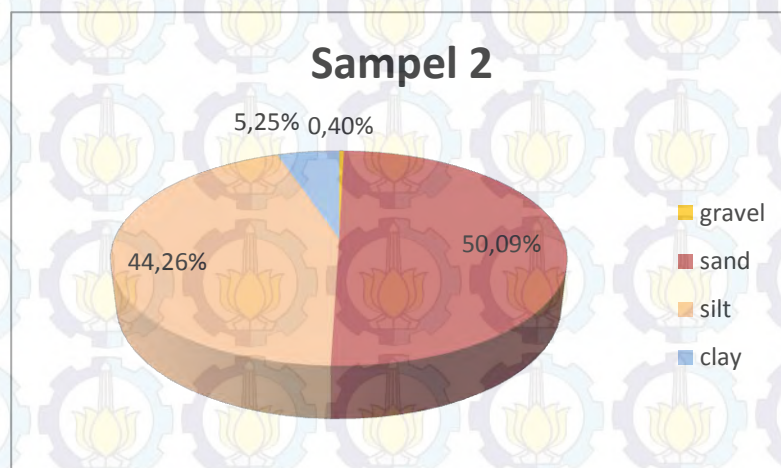
DISTRIBUSI UKURAN TANAH

Berikut ini adalah distribusi ukuran butir tanah dalam persen (%):

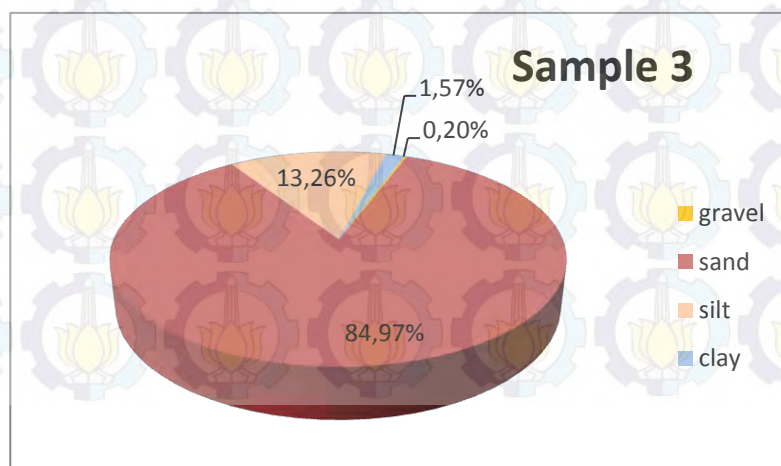
a. Sampel di titik 1



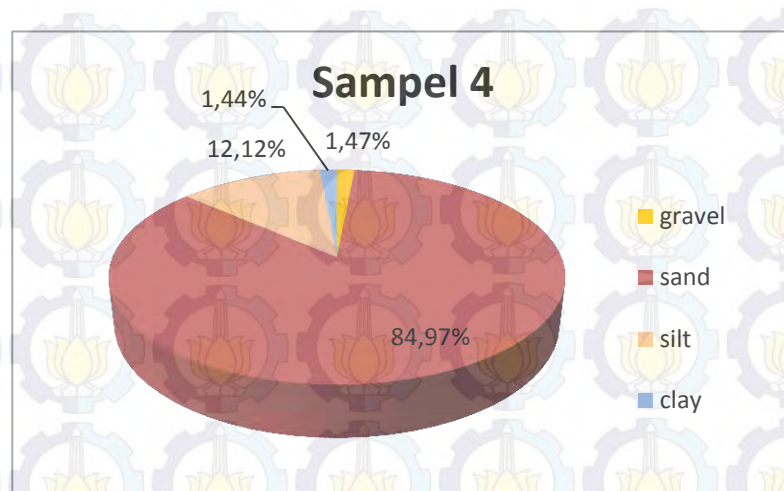
b. Sampel di titik 2



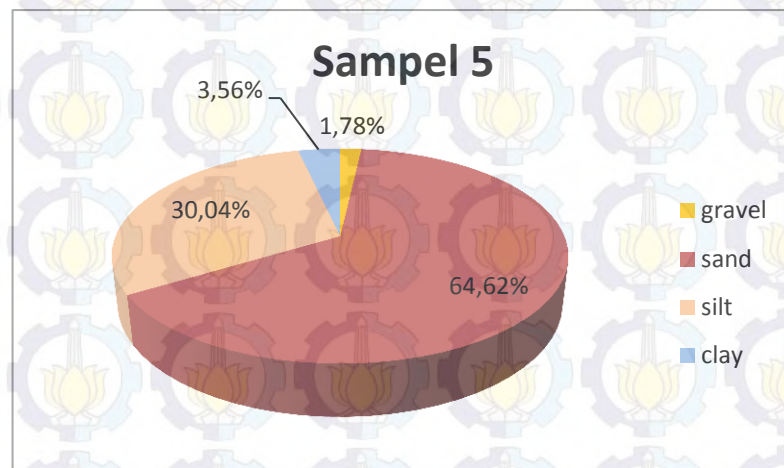
c. Sampel di titik 3



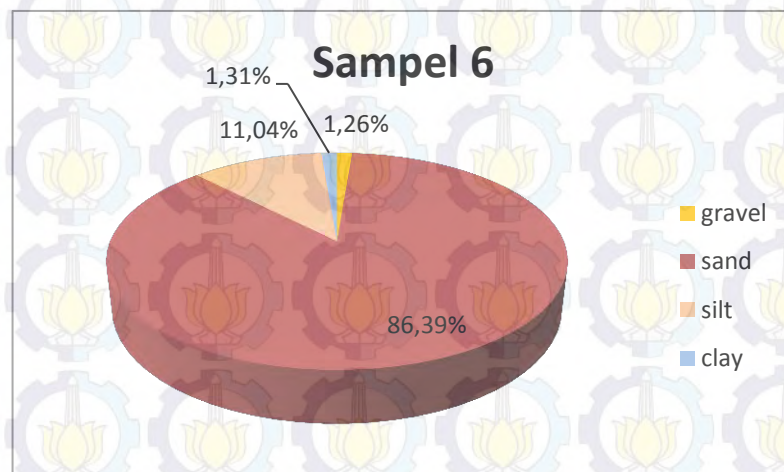
d. Sampel di titik 4



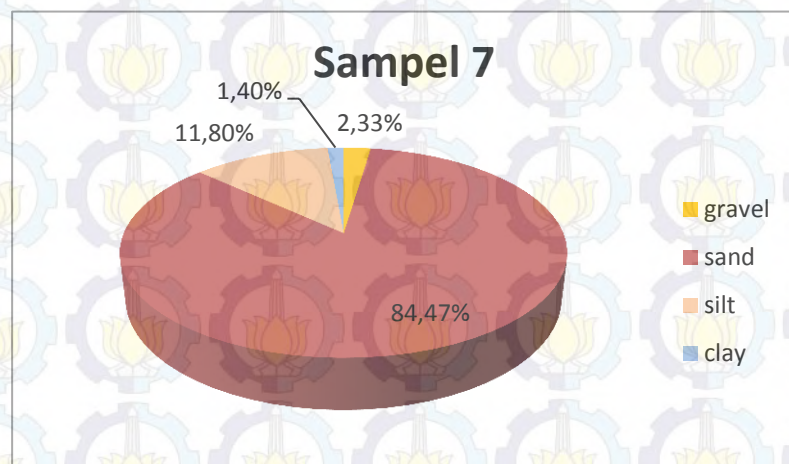
e. Sampel di titik 5



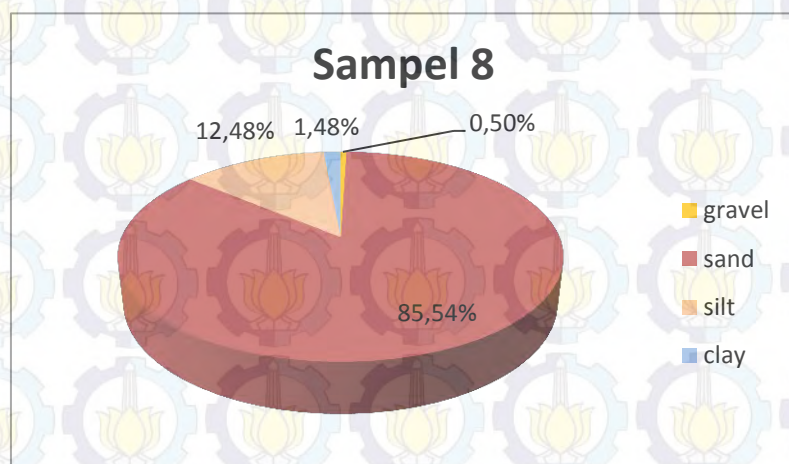
f. Sampel di titik 6



g. Sampel di titik 7



h. Sampel di titik 8



BIODATA PENULIS



Andina Dianika Azzahra lahir di Kabanjahe, 9 September 1991. Anak pertama dari tiga bersaudara. Pendidikan SD, SMP dan SMA ditempuh di Jember dan lulus dari SMA Negeri 1 Jember pada tahun 2010. Pada tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya melalui jalur SNMPTN Tulis.

Selama kuliah penulis aktif mengikuti berbagai pelatihan dan seminar terutama yang berhubungan dengan teknologi kelautan. Selain itu, penulis aktif di organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa ITS, khususnya di Kementerian Perekonomian. Dimulai dari menjadi Staf Magang BEM ITS Kementerian Perekonomian pada tahun 2012, menjadi Staf pada periode 2012-2013 dan menjadi Asisten Sekretaris Kementerian Perekonomian BEM ITS pada periode 2013-2014.

Pada tahun 2014, penulis melaksanakan Kerja Praktek di Balai Pengkajian Dinamika Pantai – BPPT Yogyakarta selama dua bulan. Pada bulan Maret 2015, Penulis mulai mengerjakan Tugas Akhir sebagai syarat kelulusan Pendidikan Sarjana (S1) dengan mengambil Bidang Keahlian Rekayasa Pantai. Judul Tugas Akhir penulis berjudul **Analisa Pola Arus dan Sedimentasi Di Muara Sungai Kali Buntung, Tambak Oso Surabaya** diselesaikan dalam waktu satu semester.

Kontak dengan penulis: andina.dianika@gmail.com

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Lokasi studi penelitian (<i>Google Earth</i> , 2015)	2
Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan tugas akhir	23
Gambar 4.1 Gambar lokasi studi penelitian (<i>Google Earth</i> dan <i>Google Map</i> 2015)	25
Gambar 4.2 Kontur batimetri dari output interpolasi software	26
Gambar 4.3 Grafik pasang surut periode 21 September 2014 sampai dengan 5 Oktober 2014	27
Gambar 4.4 Peta pengambilan sampel sedimen.....	28
Gambar 4.5 Peta distribusi ukuran sedimen (D50)	29
Gambar 4.6 <i>Meshing</i> dan kondisi batas model daerah pengamatan	30
Gambar 4.7 Kondisi batas untuk perairan muara (warna hijau)	31
Gambar 4.8. Kondisi batas untuk aliran sungai	31
Gambar 4.9. Tampilan batimetri pada mesh generator	32
Gambar 4.10. Tampilan batimetri pada model.....	32
Gambar 4.11 Grafik perbandingan kecepatan arus simulasi dan pengukuran	34
Gambar 4.12 Gambar <i>current rose</i> (a) dan <i>scatter plot</i> arus (b).....	35
Gambar 4.13. Gambar titik tinjau pengamatan arus	35
Gambar 4.14. Grafik saat akan pasang tertinggi dengan <i>time step</i> 167	36
Gambar 4.15 Hasil simulasi pemodelan model pada <i>time step</i> 166.....	36
Gambar 4.16. Hasil simulasi pemodelan model pada <i>time step</i> 167.....	37
Gambar 4.17. Grafik saat akan surut terendah dengan <i>time step</i> 349	38
Gambar 4.18. Hasil simualsi pemodelan model pada <i>time step</i> 348.....	38
Gambar 4.19. Hasil simualsi pemodelan model pada <i>time step</i> 349.....	39
Gambar 4.20. Pola sebaran sedimen di Muara Tambak Oso saat akan pasang	40
Gambar 4.21. Pola sebaran sedimen di Muara Tambak Oso saat pasang tertinggi	40
Gambar 4.22. Pola sebaran sedimen di Muara Tambak Oso saat akan surut	41
Gambar 4.23 Pola sebaran sedimen di Muara Tambak Oso saat surut terendah	42
Gambar 4.24 <i>Bed level time step 0</i>	43
Gambar 4.25 <i>Bed level time step 359</i>	43
Gambar 4.26 Posisi garis analisa perubahan profil dasar perairan	44
Gambar 4.27 Posisi garis analisa <i>Line 1</i>	45
Gambar 4.28 Perubahan permukaan dasar sepanjang <i>Line 1</i> , kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut).....	45
Gambar 4.29 Posisi garis analisa <i>Line 2</i>	46
Gambar 4.30 Perubahan permukaan dasar sepanjang <i>Line 2</i> , kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)	47

Gambar 4.31	Daerah perhitungan volume <i>Line 2</i>	48
Gambar 4.32	Posisi garis analisa <i>Line 3</i>	48
Gambar 4.33	Perubahan permukaan dasar sepanjang <i>Line 3</i> , kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)	49
Gambar 4.34	Posisi garis analisa <i>Line 4</i>	49
Gambar 4.35	Perubahan permukaan dasar sepanjang <i>Line 4</i> , kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)	50
Gambar 4.36	Posisi garis analisa <i>Line 5</i>	50
Gambar 4.37	Perubahan permukaan dasar sepanjang <i>line 5</i> , kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)	51
Gambar 4.38	Posisi garis analisa <i>Line 6</i>	52
Gambar 4.39	Perubahan permukaan dasar sepanjang <i>Line 6</i> , kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)	53
Gambar 4.40	Daerah perhitungan volume <i>Line 6</i>	54
Gambar 4.41	Posisi garis analisa <i>Line 7</i>	55
Gambar 4.42	Perubahan permukaan dasar sepanjang <i>Line 7</i> , kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)	55
Gambar 4.43	Daerah perhitungan volume <i>Line 7</i>	56
Gambar 4.44	Posisi garis analisa <i>Line 8</i>	57
Gambar 4.45	Perubahan permukaan dasar sepanjang <i>Line 8</i> kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)	57
Gambar 4.46	Daerah perhitungan volume <i>Line 8</i>	58

Analisa Pola Arus dan Sedimentasi Di Daerah Muara Sungai Kali Buntung, Tambak Oso, Surabaya

Andina Dianika Azzahra, Wahyudi dan Suntoyo

Jurusan Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail : wahyudictr@oe.its.ac.id

Abstrak---Muara Tambak Oso terletak diperbatasan Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo. Muara Tambak Oso ini merupakan hilir dari Sungai Kali Buntung. Banyak limbah industri dan rumah tangga menggenangi sungai. Terakumulasinya limbah mempengaruhi pola aliran sungai dan mengakibatkan transpor sedimen yang besar ke muara. Tugas akhir ini meneliti model pola arus dan penyebaran sedimen yang dilakukan dengan bantuan software modul hidrodinamika dan sebaran sedimen. Simulasi dilakukan dengan skenario pasang surut, debit sungai dan angin sebagai pembangkit. Pola arus pada wilayah ini dipengaruhi oleh aliran pasang surut laut. Besar kecepatan arus dari hasil simulasi di badan sungai adalah sekitar $0.0 - 0.18$ m/s, sementara di daerah muara kecepatan arus sedikit lebih besar, yaitu sekitar $0.0 - 0.21$ m/s. Nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang adalah 0.0004 g/m³ dan surut adalah 1.254 g/m³. Besar nilai perubahan profil dasar perairan di daerah muara ke badan laut saat kondisi pasang adalah 0.0053 meter dan surut adalah 0.0066 meter. Sedangkan daerah badan sungai, saat pasang adalah 0.043 meter dan surut adalah 0.046 meter. Daerah di depan mulut muara dan badan sungai mengalami sedimentasi. Nilai volume sedimen untuk Line 2 sebesar 4827.8 m³, Line 6 sebesar 228.4 m³, Line 7 sebesar 727.91 m³ dan Line 8 sebesar 1465.82 m³.

banjir terjadi, air tidak dapat ditampung di hulu maka daerah pemukiman penduduk dan sekitarnya akan tergenang luapan air sungai. Akumulasi sampah dan limbah mengakibatkan juga adanya transpor sedimen yang besar menuju estuari. Akumulasi di muara sungai ini juga kerap kali merugikan nelayan sekitar. Karena saat surut tiba, perahu nelayan akan kandas dan hal ini membuat mereka terdampar di sekitar muara sungai. Sehingga untuk kembali ke sungai, para nelayan harus menunggu laut kembali pasang. Untuk bisa mengetahui penyebaran aliran sungai dan transpor sedimen diperlukan studi lebih lanjut. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikaji pola aliran sungai dan penyebaran sedimen akibat banyaknya sampah dan limbah yang ada di muara Tambak Oso. Sehingga dapat digunakan untuk menganalisa dampaknya terhadap perubahan dasar perairan muara Tambak Oso ini dengan dilakukan pemodelan *software*.

Kata kunci: muara, pemodelan numerik, arus, sedimentasi

I. PENDAHULUAN

Salah satu daerah muara sungai yang ada di Surabaya yaitu Muara Sungai Tambak Oso. Secara administratif, Muara Tambak Oso terletak di perbatasan Kota Madya Surabaya dengan Kabupaten Sidoarjo. Muara Sungai Tambak Oso ini merupakan akhir aliran dari Sungai Kali Buntung [1]. Di sekitar aliran sungai hingga ke estuari dari Sungai Kali Buntung ini sangat dekat dengan pemukiman penduduk dan pabrik industri. Keadaan sungai ini sangat memprihatinkan, karena sepanjang aliran sungai banyak sekali sampah-sampah berhamburan. Baik sampah dan limbah dari pabrik industri maupun rumah tangga. Hal ini tentu saja membuat Sungai Kali Buntung tercemar. Tercemarnya sungai tersebut akan menimbulkan akumulasi timbunan sampah dan limbah yang dapat mempengaruhi pola aliran pada sungai hingga estuari dan laut. Akumulasi ini memberikan dapat memberikan resiko adanya banjir di musim penghujan di daerah sekitar aliran sungai. Jika



Gambar 1. Lokasi penelitian (Sumber: Google Earth, 2015)

II. DASAR TEORI

A. Model Hidrodinamika

Model hidrodinamik yang digunakan adalah sistem model numerik umum untuk muka air dan aliran di estuari, teluk dan pantai. Model ini mensimulasi aliran dua dimensi dalam fluida satu lapisan (secara vertikal homogen). Persamaan berikut, konservasi massa dan

momentum, menggambarkan aliran dan perbedaan muka air [2]:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial d}{\partial t} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{p^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial x} \\ + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xx}) + \frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) \right] \\ - \Omega_q - fVV_x + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial x} (p_a) = 0 \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{q^2}{h} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{pq}{h} \right) + gh \frac{\partial \zeta}{\partial y} \\ + \frac{gp\sqrt{p^2+q^2}}{C^2 h^2} - \frac{1}{\rho_w} \left[\frac{\partial}{\partial y} (h\tau_{xy}) + \frac{\partial}{\partial x} (h\tau_{xy}) \right] \\ - \Omega_p - fVV_y + \frac{h}{\rho_w} \frac{\partial}{\partial y} (p_a) = 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Dimana:

$h(x, y, t)$	= kedalaman air
$d(x, y, t)$	= kedalaman air dalam berbagai waktu (m)
$\zeta(x, y, t)$	= elevasi permukaan (m)
$p, q(x, y, t)$	= <i>flux density</i> dalam arah x dan y ($m^3/s/m$) = (uh,vh); (u,v)= <i>depth averaged velocity</i> dalam arah x dan y
$C(x, y)$	= tahanan Chezy ($m^{1/2}/s$)
g	= kecepatan gravitasi (m/s^2)
$f(V)$	= faktor gesekan angin
$V, V_x, V_y, (x, y, t)$	= kecepatan angin dalam arah x dan y (m/s)
$\Omega(x, y)$	= parameter Coriolis (s^{-1})
$p_a(x, y, t)$	= tekanan atmosfer (kg/m^2)
ρ_w	= berat jenis air (kg/m^3)
x, y	= koordinat ruang (m)
t	= waktu (s)
$\tau_{xx}, \tau_{xy}, \tau_{yy}$	= komponen <i>effective shear stress</i>

B. Metode Numerik Transpor Sedimen

Pendekatan formula yang digunakan dalam sediment transport di modul ini adalah Engelund-Hansen model, Van-Rijn model, Engelund-Fredsoe model, serta Meyer-Peter-Müller model. Formula yang digunakan tersebut memadukan antara pengaruh arus dan gelombang dalam

pergerakan sedimen. Persamaan pengatur yang digunakan dalam modul ini adalah sebagai berikut [2]:

$$\begin{aligned} \frac{\partial z}{\partial t} = \frac{z(1+a-e^z)}{e^z(z-1)+1} \frac{1}{U_0} \frac{dU_0}{dt} \\ + \frac{30K}{k} \frac{\sqrt{K^2 U_0^2 |z^2 U_{f0}^2| 2Kz U_{f0} U_0 \cos \gamma}}{e^z(z-1)+1} \end{aligned} \quad (4)$$

Dimana:

K	= Konstanta Von Karman
t	= waktu
z	= parameter tebal boundary layer
U_0	= kecepatan orbit dasar gelombang terdekat
U_{f0}	= kecepatan geser arus dalam lapisan batas gelombang
γ	= sudut antara arus dan gelombang
k	= kekasaran dasar permukaan 2.5 d50 untuk lapisan <i>plane bed</i> dan 2.5 d50 + kR untuk <i>ripple covered bed</i>
d ₅₀	= rata ukuran diameter
k _R	= <i>ripple</i> yang berkaitan dengan kekasaran

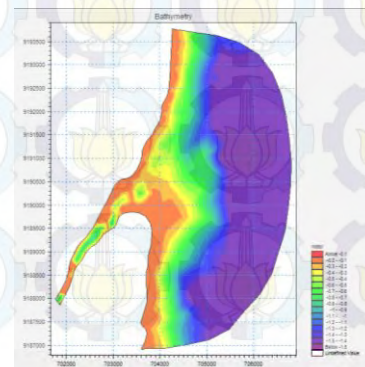
III. METODOLOGI

Pada pemodelan untuk pola arus dan sedimen dalam penelitian ini dilakukan dengan tahapan pengumpulan dan analisa data, pemodelan numerik daerah studi, analisa hasil dan kesimpulan. Data yang digunakan meliputi data bathimetri, angin, pasang surut, debit sungai, arus yang merupakan data sekunder tahun 2014. Sedangkan data ukuran butir sedimen merupakan data primer. Data arus hasil pengukuran untuk proses validasi. Pengolahan data yang dilakukan adalah penggambaran peta bathimetri, penentuan kondisi batas model, model gerakan pasang surut dan data tanah untuk proses sedimen transpor, serta pembuatan model hidrodinamika dan sebaran sedimen untuk muara Sungai Kali Buntung, Tambak Oso.

IV. ANALISA DATA

A. Batimetri

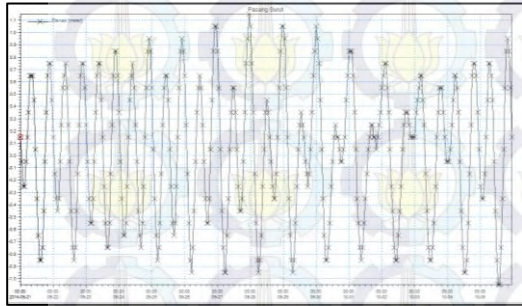
Peta bathimetri yang digunakan adalah dari kontur pemodelan awal yang digabungkan dengan kondisi batas pada *mesh generator* dan berikut tampilannya pada gambar di bawah ini:



Gambar 2. Batimetri

B. Pasang Surut

Pasang surut dalam kurun waktu 15 hari, yakni pada 21 September 2014 sampai dengan 5 Oktober 2014 memiliki tipe pasang surut campuran, condong ke harian ganda. Tipe pasang surut ini terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dalam satu harinya. Namun tinggi dan periodenya berbeda – beda. Grafik pasang surut di atas memiliki nilai MSL sebesar 0,04972 meter. Sedangkan nilai LLWL sebesar -1,05 meter dan nilai HHWL sebesar 1,15 meter.



Gambar 3. Grafik pasang surut Muara Tambak Oso

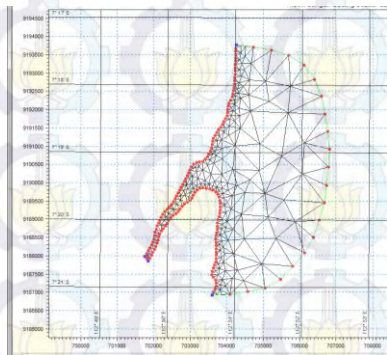
C. Data Tanah (Butiran Sedimen)

Data sedimen dasar ini merupakan data yang nantinya akan digunakan untuk masukan pada analisa sedimentasi pada daerah pemodelan.

V. HASIL dan PEMBAHASAN

A. Kondisi Batas Lingkungan

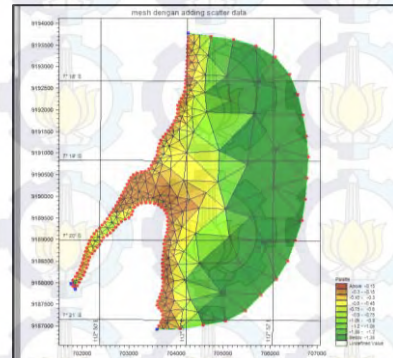
Pembuatan model ini dilakukan dengan meng-inputkan batimetri sesuai wilayah geografisnya sebagai kondisi batas. Model kemudian di *meshing*.



Gambar 4. Meshing dan kondisi batas model daerah pengamatan

Diberikan kondisi batas data pasang surut selama lima belas hari, pada 21 September 2014 sampai dengan 5 Oktober 2014. Kondisi batas yang diberikan sebanyak dua buah, diantaranya kondisi batas untuk perairan di muara dan aliran sungai. Setelah kondisi batas diinputkan, kemudian data batimetri diinput yang sesuai dengan wilayah pengamatan dan posisi UTM-nya juga diinput. Tujuan pemberian batimetri ini adalah untuk

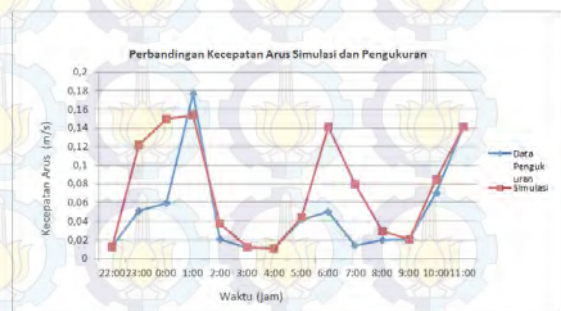
memberikan kontur dasar laut wilayah pengamatan dengan tampilan warna kedalaman dasar laut yang berbeda-beda. Berikut ini adalah tampilan kondisi batas model:



Gambar 4. Tampilan batimetri pada mesh generator

B. Pemodelan Hidrodinamika

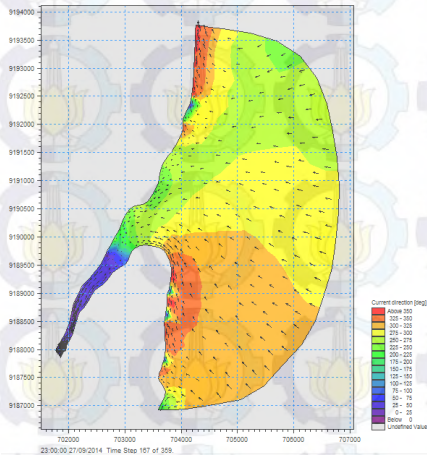
Pada kondisi batasnya, simulasi hidrodinamis pada model ini diberikan sebanyak dua kondisi batas. Diantaranya kondisi batas untuk perairan muara, dengan diberikan input pasang surut di daerah yang sama dengan waktu 15 hari yang dimulai dari 21 September 2014 sampai dengan 5 Oktober 2014. Selain itu juga, kondisi batas aliran sungai dengan input debit air sungai yang didapatkan dengan menghitung debit sungai di wilayah tersebut. Model diberi input *time step* sebanyak 359 dengan interval 3600 detik atau satu jam. Hasil pemodelan arus kemudian dilakukan validasi dengan membandingkan hasil simulasi dengan data lapangan (verifikasi). Proses validasi merupakan usaha sebatas meminimisasi penyimpangan hasil simulasi terhadap data lapangan.



Gambar 5. Grafik perbandingan kecepatan arus simulasi dan pengukuran

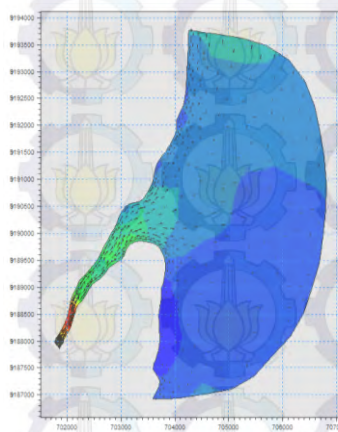
Garis berwarna biru menunjukkan kecepatan arus berdasarkan hasil pengukuran di lapangan, sedangkan garis berwarna merah menunjukkan kecepatan arus hasil simulasi. Hasil validasi ini didapatkan *error* sebesar 15,03%. Terdapat titik yang sejajar antara kecepatan arus hasil simulasi dengan kecepatan arus hasil pengukuran yang menunjukkan kedua data di atas terdapat keselarasan. Dapat disimpulkan hasil simulasi dapat mendekati data hasil pengukuran.

Pola aliran arus diambil pada saat akan pasang tertinggi sampai dengan puncak pasang tertinggi. Dimulai dari *time step* 166 berlanjut hingga ke pasang tertinggi dengan *time step* 167. Disimpulkan semua cuplikan simulasi hidrodinamika, arah aliran arus yang berada di wilayah Muara Tambak Oso pada saat menuju dan di pasang tertinggi menunjukkan aliran yang mengalir dari lautan menuju ke darat.



Gambar 6. Hasil simulasi pemodelan model pada time step 167 (pasang tertinggi)

Selanjutnya, pola aliran arus diambil pada saat akan pasang tertinggi sampai dengan puncak pasang tertinggi. Dimulai dari *time step* 348 berlanjut hingga ke pasang tertinggi dengan *time step* 349. Disimpulkan semua cuplikan simulasi hidrodinamika, arah aliran arus yang berada di wilayah Muara Tambak Oso pada saat menuju dan di surut terendah menunjukkan aliran yang mengalir dari daratan ke lautan.

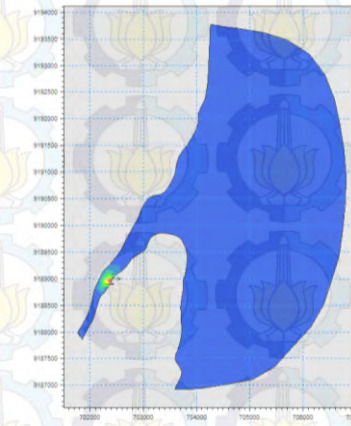


Gambar 7. Hasil simulasi pemodelan model pada time step 349 (surut terendah)

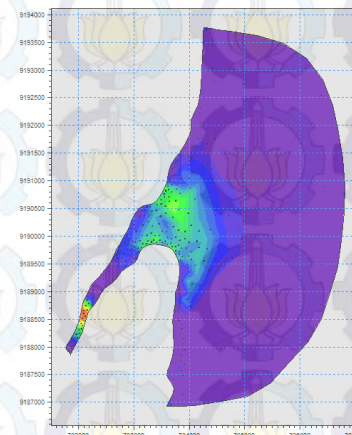
Besar kecepatan arus yang didapatkan dari hasil simulasi di badan sungai adalah sekitar $0.0 - 0.18$ m/s, sementara di daerah muara kecepatan arus sedikit lebih besar, yaitu sekitar $0.0 - 0.21$ m/s.

C. Pemodelan Sebaran Sedimen

Sebaran sedimentasi sangat tergantung pada besarnya kecepatan arus serta pola arus yang terjadi pada daerah tersebut. Analisa sebaran sedimen di bawah ini diamati saat kondisi saat akan pasang, pasang tertinggi, saat akan surut, dan surut terendah.



Gambar 8. Pola sebaran sedimen di Muara Tambak Oso saat pasang tertinggi

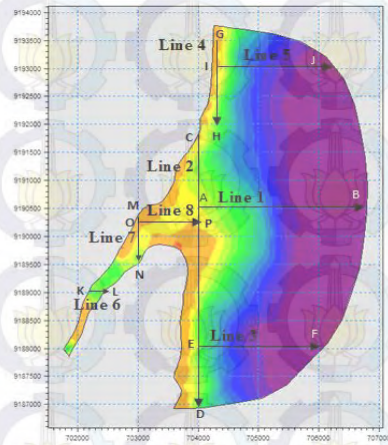


Gambar 9. Pola sebaran sedimen di Muara Tambak Oso saat surut terendah

Pada simulasi sebaran sedimen ini diasumsikan sedimen berasal dari material yang terbawa aliran sungai. Didapatkan nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang adalah 0.0004 g/m³ dan saat surut adalah 1.254 g/m³. Saat kondisi akan pasang dan pasang tertinggi terlihat arus akan bergerak memasuki muara menuju hulu sungai, sedimen cenderung tertahan oleh arus di bagian hulu dan akhirnya mengendap di daerah muara. Sedangkan pada saat kondisi akan surut dan surut tertinggi, terlihat aliran arus akan bergerak menuju lautan dan sedimen juga bergerak mengikuti aliran arus. Sehingga sedimen dapat bergerak secara maksimal sampai menuju keluar muara dan akhirnya mengendap di daerah tersebut.

D. Analisa Perubahan Profil Dasar Perairan

Pada studi ini dilakukan pengamatan perubahan profil dasar perairan. Pengamatan dilakukan di muara ke arah laut dan muara ke arah badan sungai dengan membandingkan profil dasar perairan saat kondisi pasang dan surut. Berdasarkan nilai *bed level* dari hasil simulasi didapatkan perubahan dasar perairan di lokasi tersebut. Berikut ini perubahan profil dasar perairan di sepanjang muara. Diambil delapan garis tinjau.

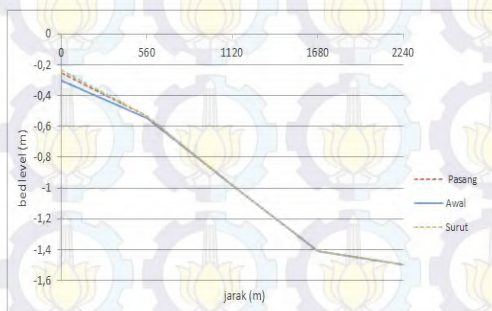


Gambar 10. Posisi garis analisa perubahan profil dasar perairan

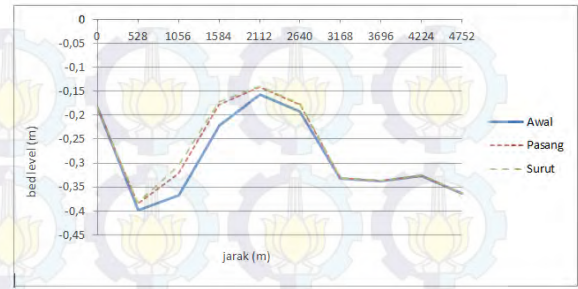
Tabel 1.
Koordinat garis analisa pemodelan bed level dalam satuan UTM

Line	Start	End
1	A (704000, 9190500)	B (706800, 9190500)
2	C (704000, 9191750)	D (704000, 9187000)
3	E (704000, 9188000)	F (706000, 9188000)
4	G (704300, 9193500)	H (704300, 9192000)
5	I (704200, 9193000)	J (706180, 9193000)
6	K (702160, 9189000)	L (702400, 9189000)
7	M (703000, 9190350)	N (703000, 9189500)
8	O (702980, 9190250)	P (704000, 9190250)

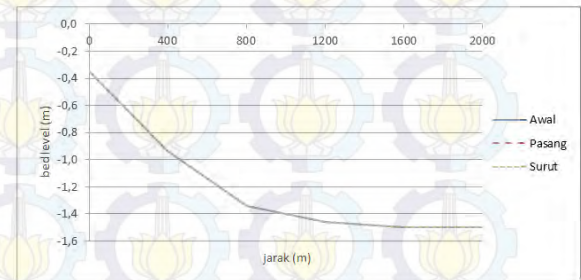
Bila data dari garis satu sampai dengan enam tersebut disajikan dalam bentuk grafik, maka akan terlihat perbedaan permukaan dasar (*bed level change*) yang memperlihatkan terjadi perubahan transpor sedimen.



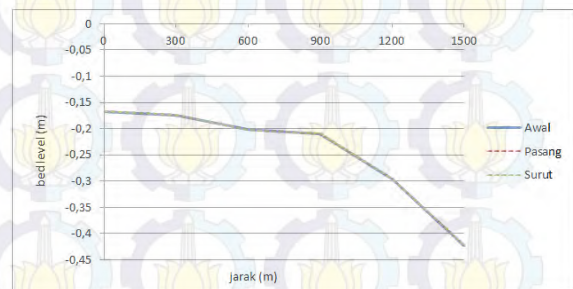
Gambar 11. Perubahan permukaan dasar sepanjang line 1, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)



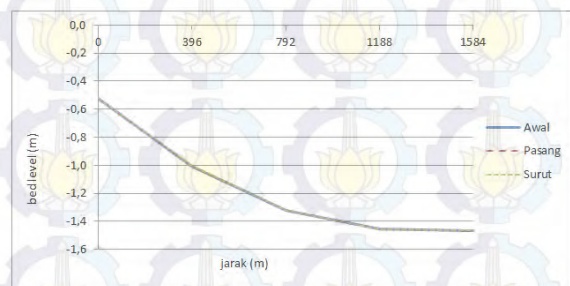
Gambar 12. Perubahan permukaan dasar sepanjang line 2, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)



Gambar 13. Perubahan permukaan dasar sepanjang line 3, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)



Gambar 14. Perubahan permukaan dasar sepanjang line 4, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)



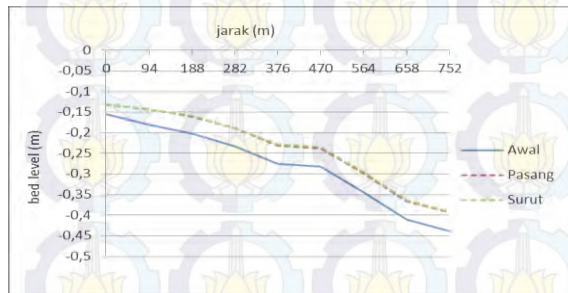
Gambar 15. Perubahan permukaan dasar sepanjang line 5, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)

Gambar di atas menunjukkan perubahan dasar perairan muara ke arah laut pada kondisi pasang dan surut, sebagian besar tidak mengalami perubahan secara signifikan, kecuali pada line 2, mengalami perubahan. Baik pada kondisi pasang dan surut. Grafik line 2 mengalami kenaikan pada kondisi pasang dan surutnya, hal ini menunjukkan di lokasi ini terjadi pendangkalan. Perubahan profil dasar perairan di daerah muara ke arah laut saat kondisi pasang adalah 0.0053 meter dan surut

adalah 0.0066 meter. Disertai dengan nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang sebesar 0.00056 g/m^3 sedangkan saat surut sebesar 1.73 g/m^3 . Di badan sungai saat kondisi pasang dan surut, perubahan kontur dasar perairan mengalami perubahan sama seperti di muara. Saat kondisi pasang dan surut, dasar perairan mengalami kenaikan ke atas yang menunjukkan dasar perairan mengalami pendangkalan. berikut adalah perubahan dasar perairan untuk *line 6*, *line 7*, *line 8*.



Gambar 16. Perubahan permukaan dasar sepanjang *line 6*, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)



Gambar 17. Perubahan permukaan dasar sepanjang *line 7*, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)



Gambar 18. Perubahan permukaan dasar sepanjang *line 8*, kondisi sebelum dan sesudah simulasi (pasang dan surut)

Dilihat dari profil perubahan dasar perairan, di badan sungai seluruhnya mengalami pendangkalan. Untuk mengetahui seberapa besar volume sedimentasi yang terjadi, maka dilakukan perhitungan volume di keempat lokasi tersebut. Perhitungan volume sedimen dari kedua lokasi dilakukan dengan bantuan *software*. Metode yang digunakan dalam *software* tersebut adalah metode *cut*

and fill. Data yang digunakan untuk input adalah hasil perubahan dasar (*bed level change*) pada *time step* 359 (15 hari pemodelan) dari hasil simulasi sebaran sedimen. Karena dihari ke-15 tersebut bisa diketahui sebaran sedimen dari awal hingga akhir pemodelan. Besarnya volume sedimen tiap pada daerah garis tinjau yang mengalami pendangkalan:

Tabel 2.
Besarnya nilai volume sedimentasi dan erosi

Line	Volume (m^3)			
	Sedimentasi	Erosi	Net Volume	Dominan
2	6787,65	1959,75	4827,89	Sedimentasi
6	328,21	99,72	228,49	Sedimentasi
7	1254,39	526,48	727,91	Sedimentasi
8	1531,35	65,52	1465,83	Sedimentasi

Sedangkan rata-rata perubahan profil dasar perairan di daerah muara ke arah badan sungai saat kondisi pasang adalah 0.043 meter dan surut adalah 0.046 meter. Disertai dengan nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang sebesar 0.017 g/m^3 sedangkan saat surut sebesar 7.72 g/m^3 .

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pemodelan dan pengamatan pada Muara Sungai Kali Buntung, Tambak Oso, Surabaya dapat ditarik kesimpulan:

1. Pola arus dipengaruhi oleh aliran pasang surut air laut. Aliran arus mengikuti aliran pasang surut. Besar kecepatan arus yang didapatkan dari hasil simulasi di badan sungai adalah sekitar $0.0 - 0.18 \text{ m/s}$, sementara di daerah muara kecepatan arus sedikit lebih besar, yaitu sekitar $0.0 - 0.21 \text{ m/s}$.
2. Saat kondisi akan pasang dan pasang tertinggi terlihat arus akan bergerak memasuki muara menuju hulu sungai, sedimen cenderung tertahan oleh arus di bagian hulu dan akhirnya mengendap di daerah muara. Sedangkan pada saat kondisi akan surut dan surut tertinggi, terlihat aliran arus akan bergerak menuju lautan dan angkutan sedimen juga bergerak mengikuti aliran arus. Sehingga angkutan sedimen dapat bergerak secara maksimal sampai menuju keluar muara dan akhirnya mengendap di daerah tersebut. Pada simulasi sebaran sedimen didapatkan nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang adalah 0.0004 g/m^3 dan saat surut adalah 1.254 g/m^3 .

3. Besar nilai perubahan profil dasar perairan di daerah muara ke badan laut saat kondisi pasang adalah 0.0053 meter dan surut adalah 0.0066 meter. Sedangkan daerah badan sungai nilai perubahan dasar perairan saat pasang adalah 0.043 meter dan surut adalah 0.046 meter. Dari beberapa lokasi yang ditinjau perubahan profil dasar perairan di depan mulut muara dan badan sungai mengalami sedimentasi. Dengan nilai volume sedimen di *Line 2* sebesar 4827.89 m³, *Line 6* sebesar 228.49 m³, *Line 7* sebesar 727.91 m³ dan *Line 8* sebesar 1465.83 m³.

B. Saran

Dari hasil yang telah dilakukan maka saran yang dapat diberikan:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai prediksi ke depan untuk volume dan laju sedimen dalam beberapa tahun ke depan.
2. Perhitungan perubahan dasar dan volumenya akan lebih baik lagi bila divalidasi agar penghitungan dapat akurat dan teliti.
3. Simulasi numerik dilakukan hanya 15 hari sedangkan untuk memprediksi akumulasi sedimen diperlukan waktu pengamatan dalam hitungan tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Allah YME dan kedua orang tua. Tidak lupa dosen-dosen pembimbing yang telah membantu dalam penyediaan data dan arahan dalam jurnal ini, serta saudara dan teman-teman yang memberikan dukungan terhdap penyelesaian jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ikhsan, M. Perencanaan Sistem Drainase Pada Sungai Buntung Kabupaten Sidoarjo. *Neutron*: Volume 5 Nomor 1. Februari 2015
- [2] Software, DHI. 2007. *DHI Water and Environment*. Denmark

Analisa Pola Arus dan Sedimentasi di Daerah Muara Sungai Kali Buntung, Tambak Oso, Surabaya

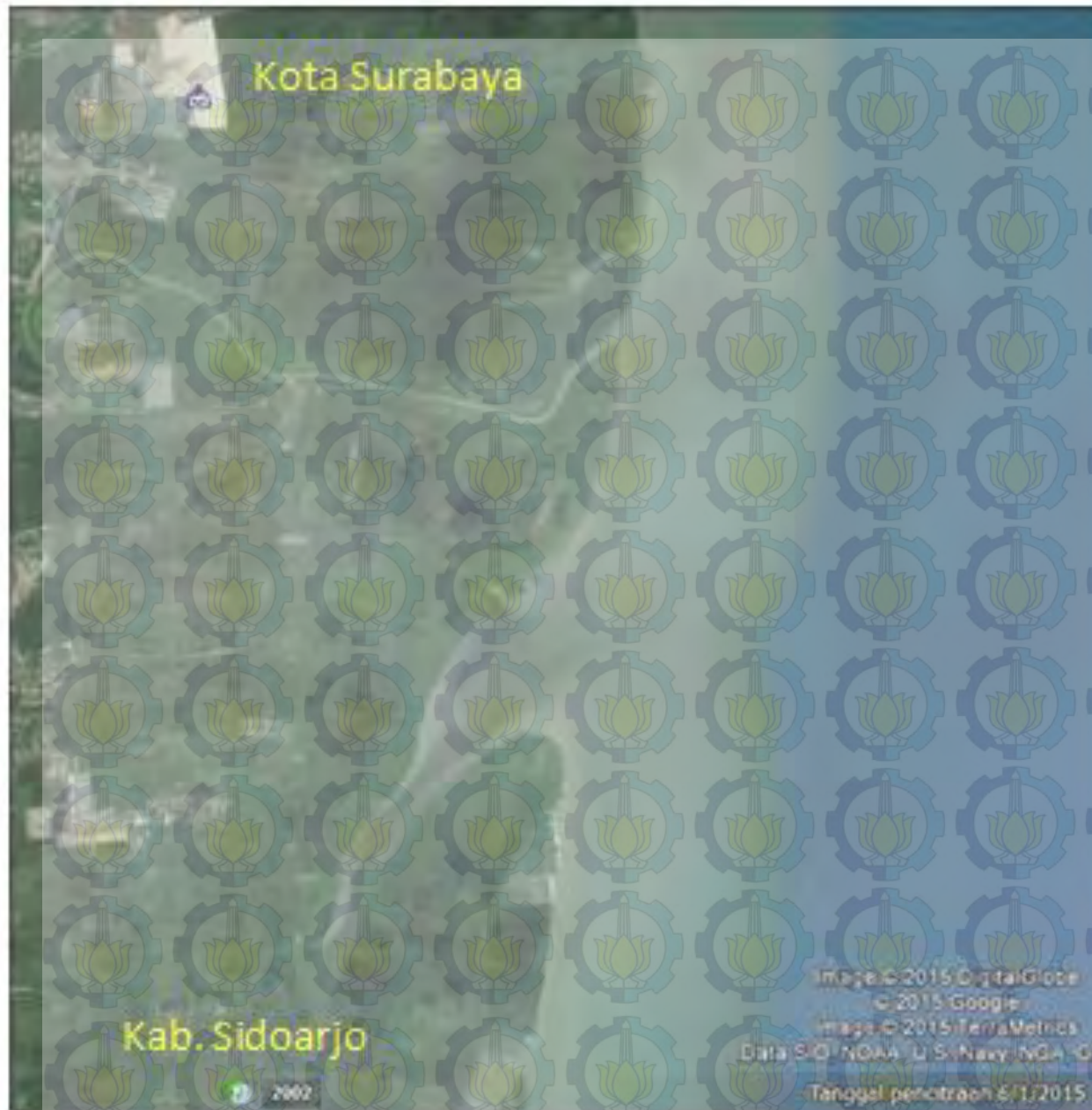
Oleh:

Andina Dianika Azzahra

4311100059



Jurusan Teknik Kelautan
Fakultas Teknologi Kelautan
ITS Surabaya



- Muara Tambak Oso merupakan akhir dari aliran Sungai Kali Buntung. Secara administratif terletak diantara Kota Madya Surabaya dengan Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur.

Latar Belakang

- Sungai dan muara Kali Buntung mulai tercemar dengan banyaknya sampah dan limbah dari pemukiman penduduk dan pabrik industri di sekitarnya.
- Akumulasi limbah dapat mempengaruhi aliran sungai dan mengakibatkan transpor sedimen yang besar menuju ke muara.

Rumusan Masalah

- Bagaimanakah karakteristik pola arus yang terjadi di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso?
- Bagaimanakah penyebaran sedimen di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso?
- Bagaimana perubahan profil dasar perairan dan besar volumenya bila terjadi pendangkalan di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso?



Sumber: Koleksi pribadi

Tujuan

- Mendapatkan pola arus yang terjadi di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso.
- Mengetahui penyebaran sedimen di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso.
- Mendapatkan perubahan profil dasar perairan dan mendapatkan nilai volume bila terjadi pendangkalan di Muara Sungai Kali Buntung Tambak Oso.

Manfaat

- Didapatkannya karakteristik pola sebaran aliran dan penyebaran sedimen serta perubahan profil dasar perairan yang terjadi di muara sungai tersebut.
- Diharapkan dapat memberikan bahan pertimbangan bagi pemerintah dalam pengambilan keputusan untuk permasalahan pencemaran sungai dan penanganan sedimentasi yang terjadi di muara.

Batasan Masalah

- Daerah pengamatan di pusatkan pada daerah muara Sungai Kali Buntung.
- Dalam penelitian ini hanya akan dilakukan analisa terhadap pola arus dan sedimentasi dan analisa perubahan profil dasar perairan muara (*bed level change*).
- Analisis yang dilakukan hanya analisis pengaruh pasang surut terhadap pola arus dan sedimentasi dan perubahan profil dasar perairan.
- Data bathimetri, angin, pasang surut, debit sungai dan data arus merupakan data sekunder tahun 2014. Data butiran sedimen merupakan data primer.
- Data debit sungai diasumsikan konstan dan ukuran butir sedimen merata di lokasi studi.
- Data gelombang, pengaruh angin, temperatur air, dan kualitas air diabaikan.
- Hanya melakukan simulasi hidrodinamika dan transpor sedimen. Simulasi dilakukan 15 hari pada model.
- Analisa hanya menggunakan satu lapisan material tanah, yaitu pasir.
- Profil konsentrasi suspended sedimen diasumsikan konstan dari dasar hingga permukaan, profil arah arus diasumsikan konstan dari dasar hingga permukaan.
- Pembahasan perubahan profil dasar muara Tambak Oso berdasarkan pada parameter arus, pasang surut dan transpor sedimen yang berasal dari sungai.
- Software yang digunakan untuk Tugas Akhir ini adalah MIKE 21 (modul hidrodinamika dan modul transpor sedimen material berupa pasir).

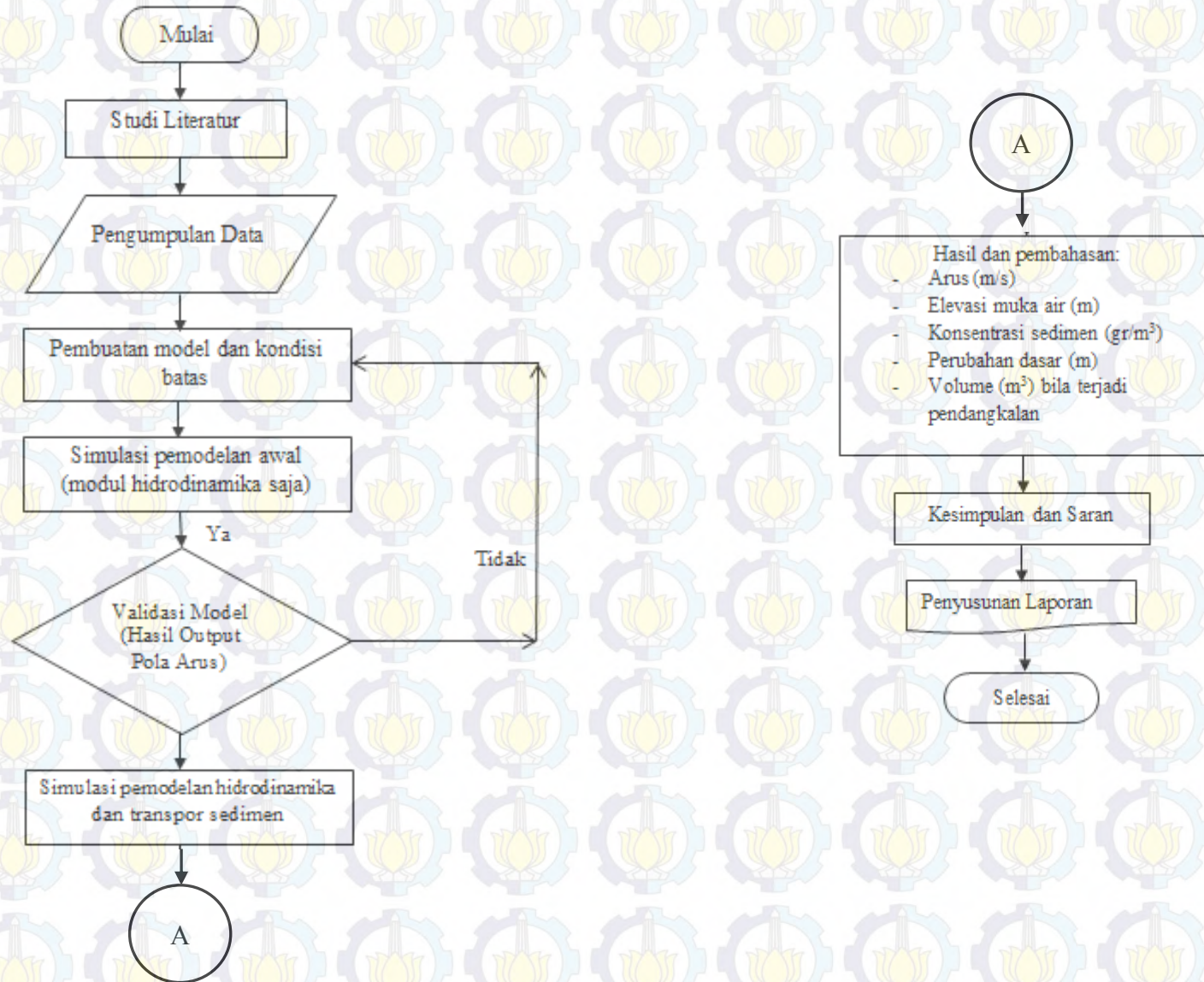
Sedimentasi dan Pasang Surut

- Transpor sedimen merupakan perpindahan material dari suatu tempat ke tempat lainnya.
- Perpindahan ini berupa penambahan (inflow) atau pengurangan (outflow).
- Hasil sedimentasi dengan media air (air sungai) dapat berupa delta yang terdapat di ujung hilir sungai.
- Pasang surut adalah fluktuasi muka air laut karena adanya gaya tarik menarik benda-benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi.

Pola Arus Pasang Surut dan Batimetri

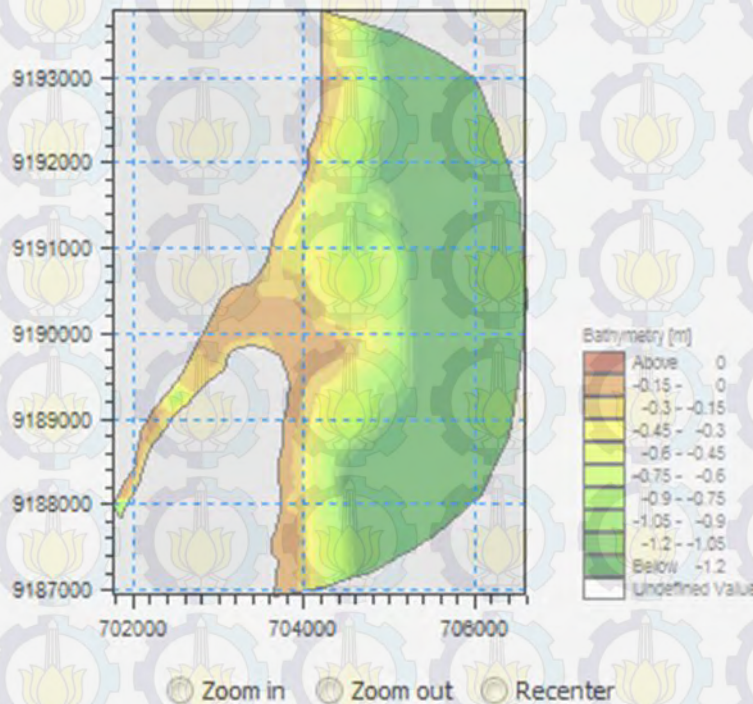
- Merupakan gerak horizontal badan air menuju dan menjauhi pantai seiring dengan naik turunnya muka air laut yang disebabkan oleh gaya-gaya pembangkit pasang surut .
- Batimetri diperlukan untuk mengetahui kondisi morfologi suatu daerah perairan. Karena kondisi laut yang sangat dinamis, perubahan dan perkembangan kondisi perairan perlu selalu diperbarui.

Metodologi

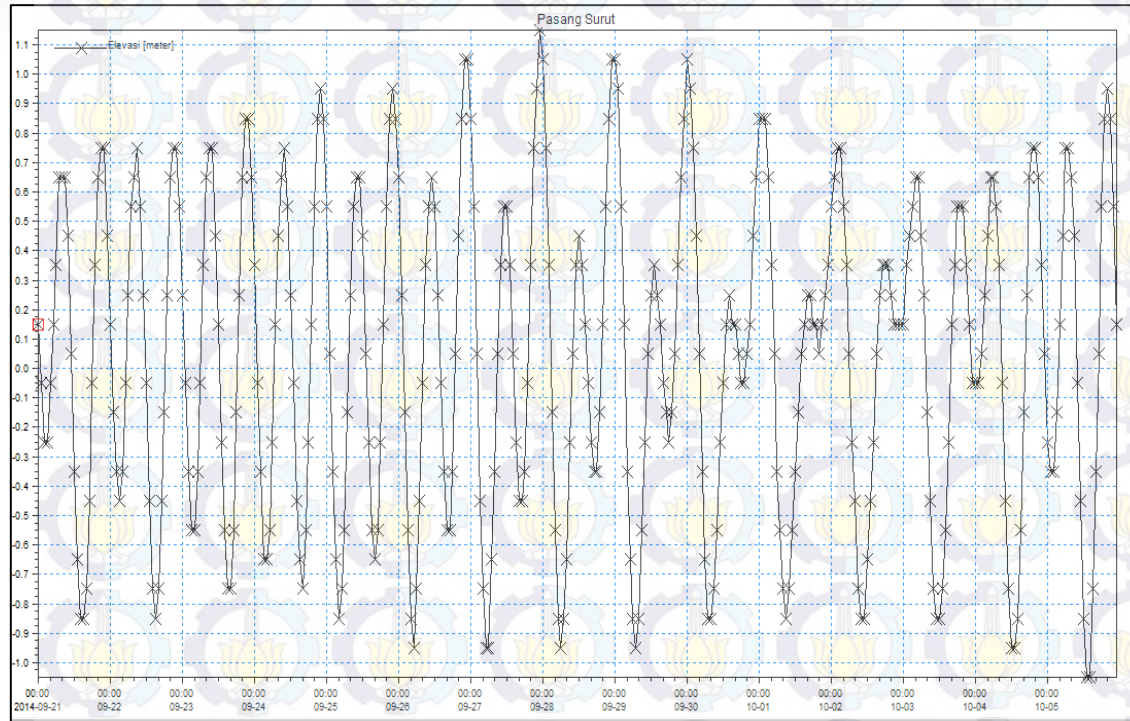


Analisa Data dan Pembahasan

- Batimetri Tambak Oso



Pengolahan Data



- Data Pasang Surut.
- Periode waktu pasang surut 21 September 2014 sampai dengan 5 Oktober 2014.
- Tipe pasang surut campuran, condong ke harian ganda.
- Muka air laut rerata (Mean Sea Level, MSL) 0,0497 meter.

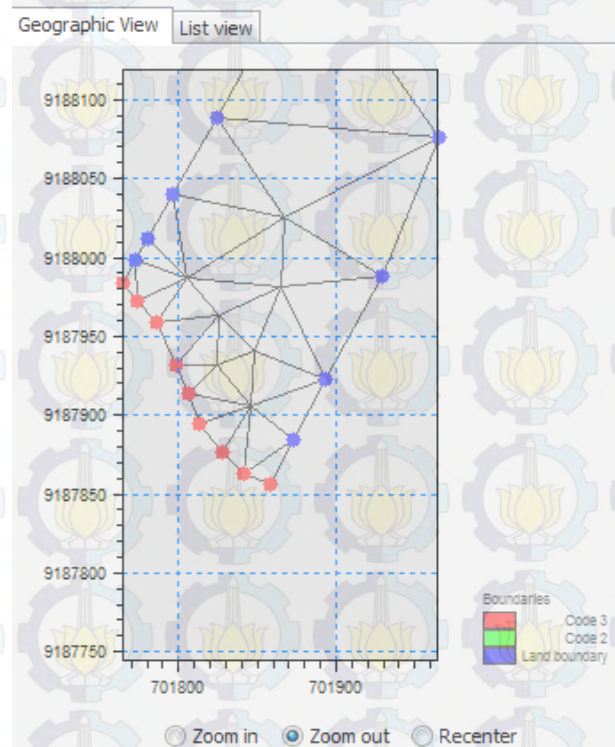
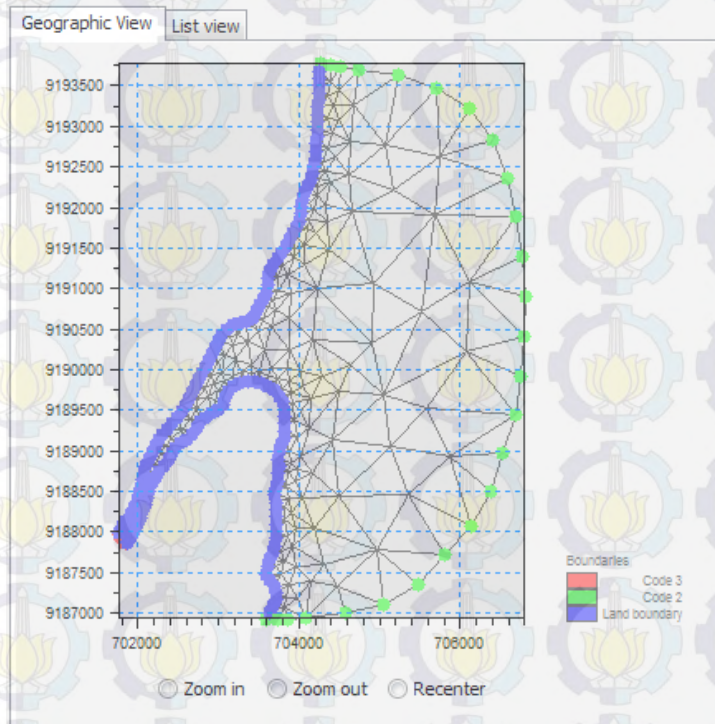
Data Tanah (Butiran Sedimen)

Dilakukan pengambilan 8 sampel.

Melalui uji ayakan didapatkan data D50, sedimen dasar jenis pasir dengan diameter rata-rata 0.78 mm



Kondisi Batas



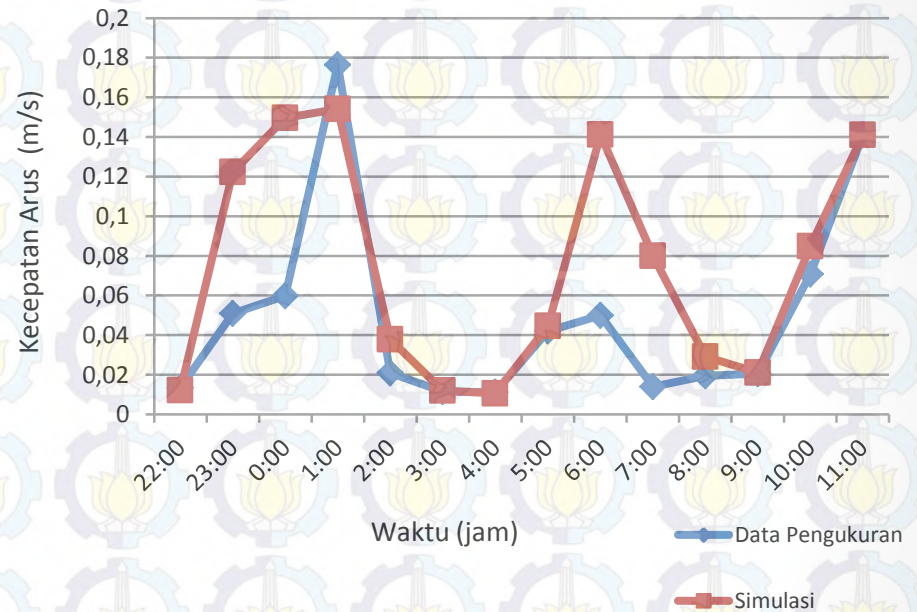
- Daerah perairan

Aliran sungai

Validasi Data Arus

Waktu (tanggal dan jam)	Kecepatan Arus (m/det)		Prosentase Error (%)
	Data Sekunder	Hasil Simulasi	
9/21/2014 22:00:00	0,01348	0,0121748	0,096824926
23:00:00	0,05087	0,12228	-1,403774327
9/22/2014 0:00:00	0,05977	0,14956	-1,502258658
1:00:00	0,17644	0,15414	0,126388574
2:00:00	0,02097	0,0378411	-0,80453505
3:00:00	0,01145	0,01198	-0,04628821
4:00:00	0,01128	0,0106	0,060283688
5:00:00	0,04198	0,0445849	-0,062050977
6:00:00	0,05002	0,141224	-1,82335066
7:00:00	0,01391	0,08	-4,751258088
8:00:00	0,01948	0,02915	-0,496406571
9:00:00	0,02065	0,0210259	-0,01820339
10:00:00	0,07075	0,084885	-0,199787986
11:00:00	0,14107	0,141043	0,000191394

Perbandingan Kecepatan Arus Simulasi dan Data Arus Sekunder

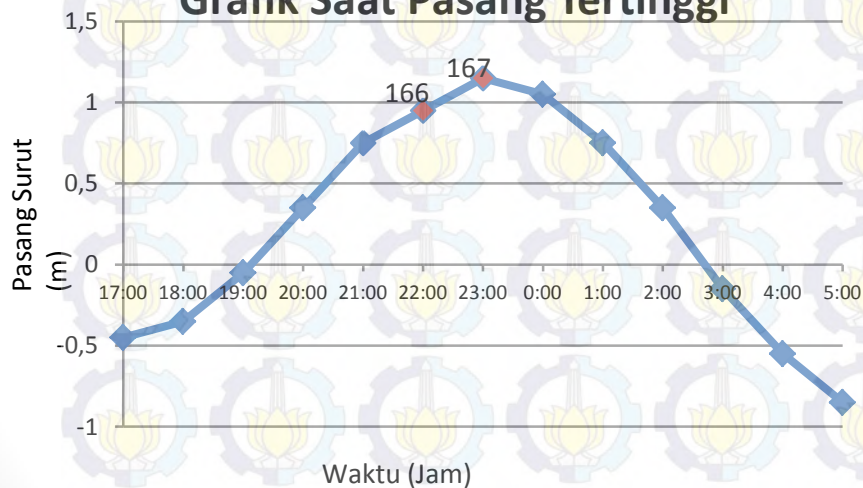


- Validasi ini dilakukan dengan membandingkan data kecepatan arus yang didapat dari hasil simulasi dengan data arus sekunder yang di sesuaikan dengan waktu pengamatan dan *time step* pemodelan. Hasil validasi ini didapatkan *error* sebesar 15,03%.

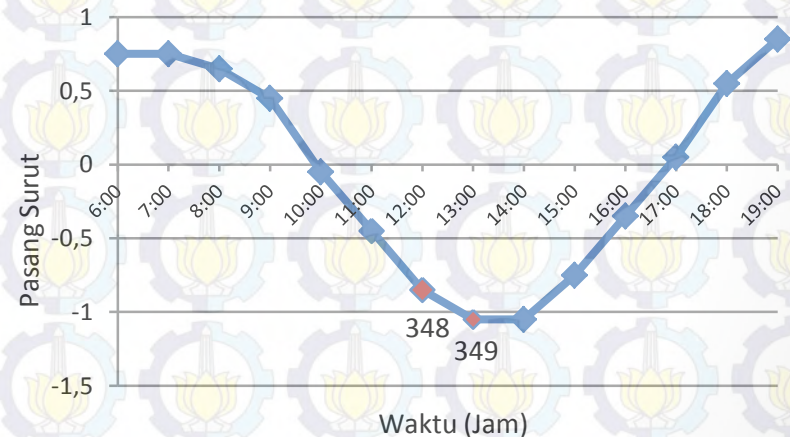
Analisa Pola Arus

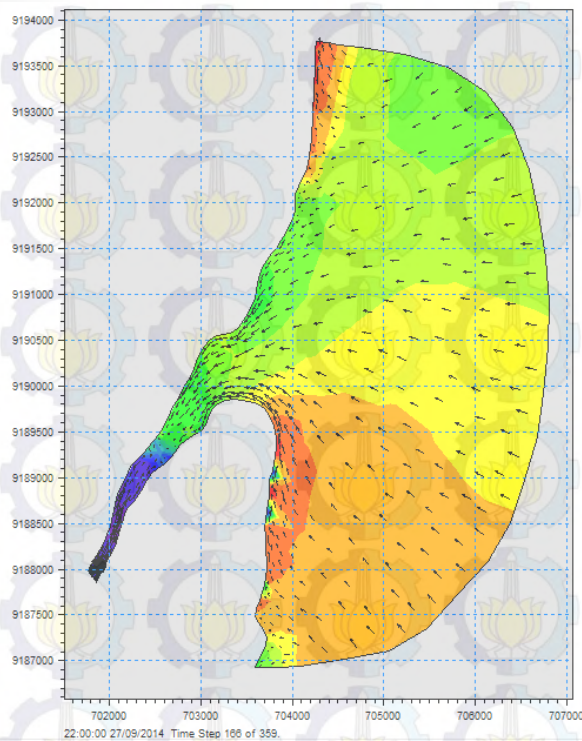
- Pengamatan pada titik tinjau (E:703800; N:9190250)
- Pengamatan pola arus pada akan dan saat pasang tertinggi
- Pengamatan pola arus pada akan dan saat surut terendah

Grafik Saat Pasang Tertinggi

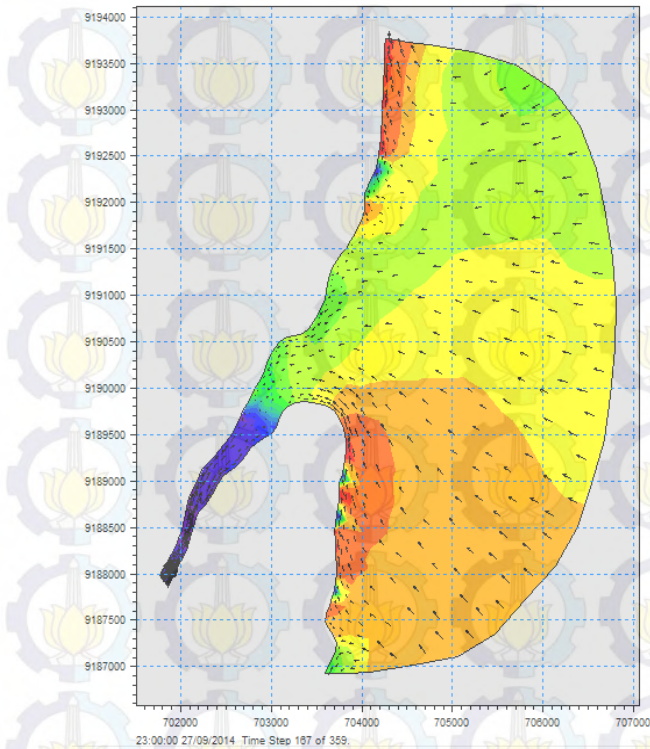
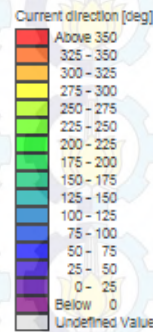


Grafik Saat Surut Terendah



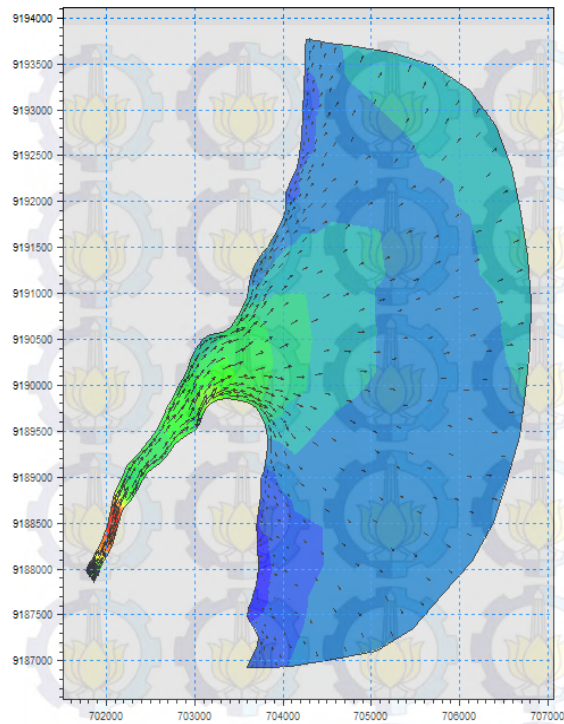


Hasil simulasi pemodelan model pada time step 166

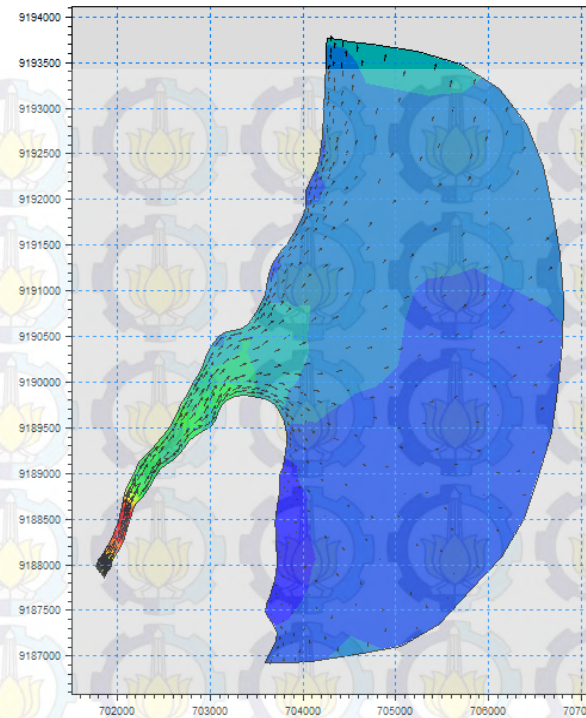
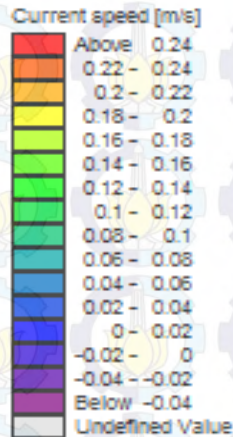


Hasil simulasi pemodelan model pada time step 167

- Kecepatan arus *time step* 166 adalah 0,0494 m/s
- Kecepatan arus *time step* 167 adalah 0,0232 m/s
- Cuplikan simulasi arah aliran arus yang berada di wilayah Muara Tambak Oso pada saat menuju dan di pasang tertinggi menunjukkan aliran yang mengalir dari lautan menuju ke darat, muara dan sungai.



Hasil simulasi pemodelan model pada time step 348

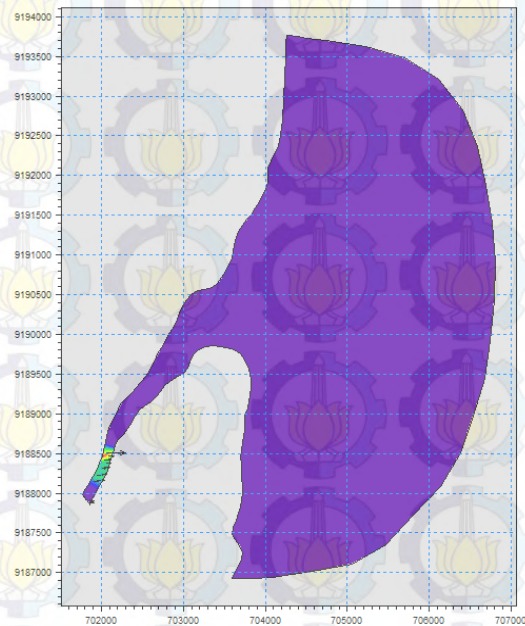


Hasil simulasi pemodelan model pada time step 349

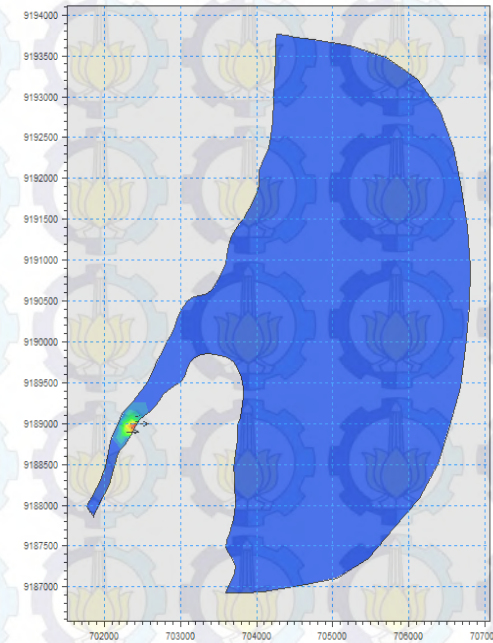
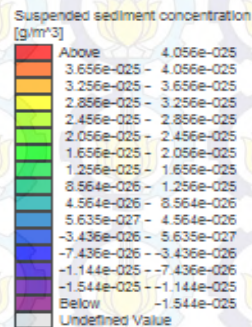
- Kecepatan arus *time step* 348 adalah 0,065 m/s
- Kecepatan arus *time step* 349 adalah 0,060 m/s
- Cuplikan simulasi arah aliran arus yang berada di wilayah Muara Tambak Oso pada saat menuju dan di surut terendah menunjukkan aliran yang mengalir dari daratan menuju ke lautan.
- Besar kecepatan arus hasil simulasi di badan sungai adalah sekitar 0.0 – 0.18 m/s, sementara di daerah muara kecepatan arus sedikit lebih besar, yaitu sekitar 0.0 – 0.21 m/s.

Analisa Sebaran Sedimen

- Simulasi menghasilkan nilai konsentrasi sedimen dan nilai *bed level*.
- Analisa diamati saat kondisi saat akan pasang, pasang tertinggi, saat akan surut, dan surut terendah.

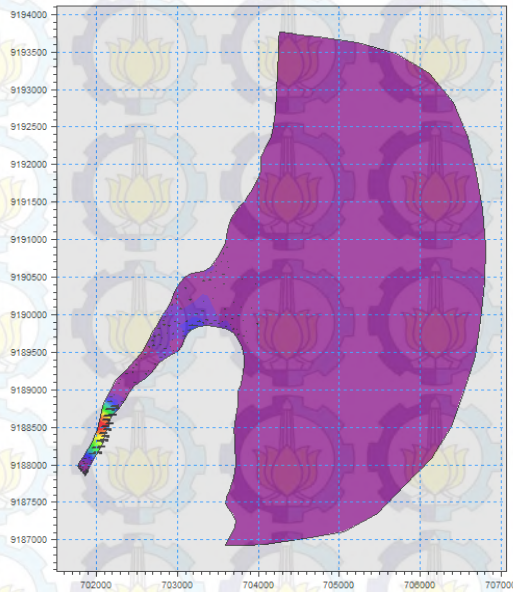


Sebaran sedimen saat akan pasang tertinggi

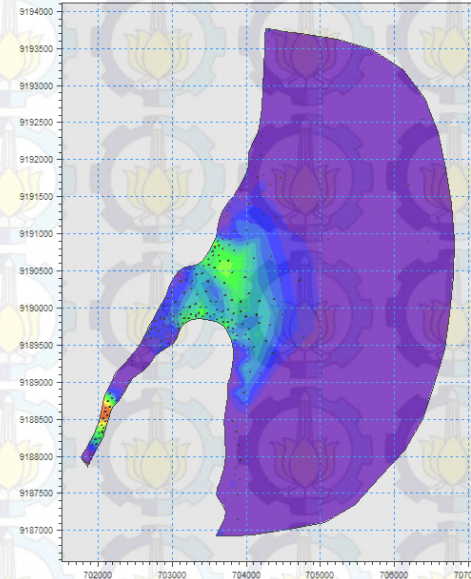
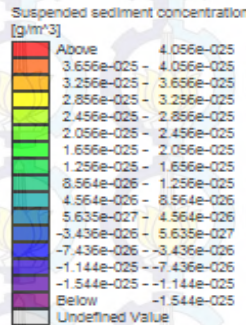


Sebaran sedimen saat pasang tertinggi

- Pola sebaran sedimen akan dan saat surut terendah



Sebaran sedimen saat akan surut terendah

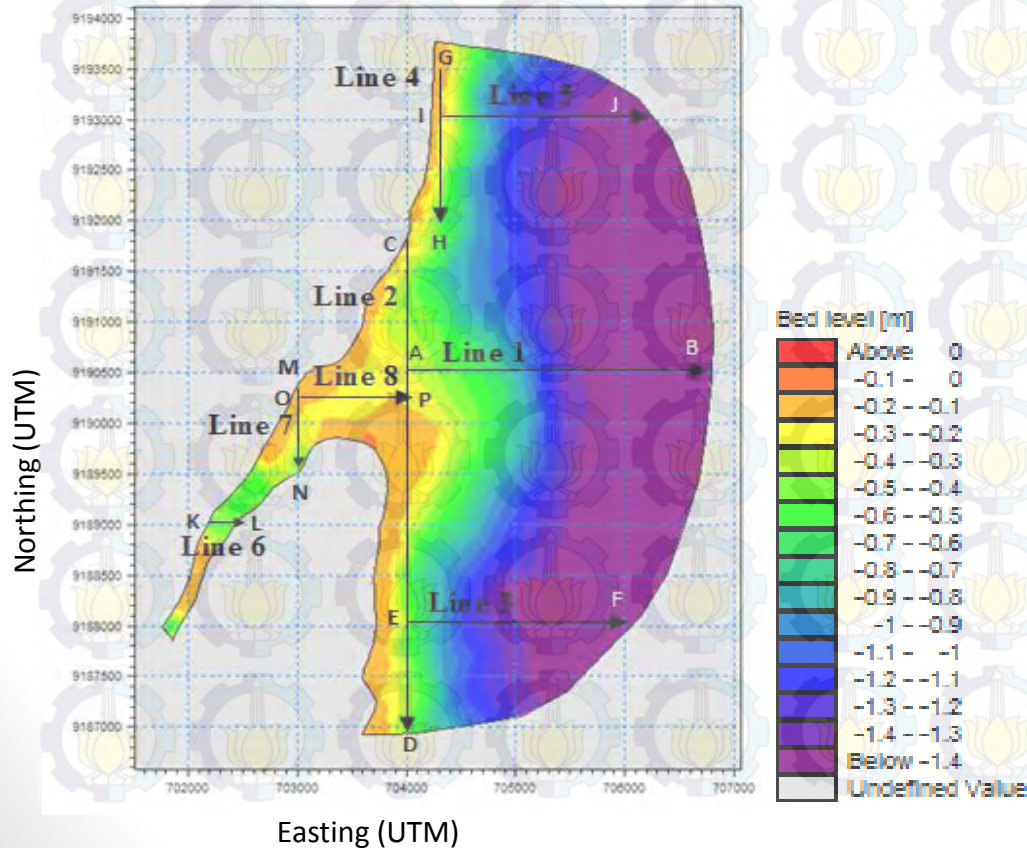


Sebaran sedimen saat surut terendah

- Nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang adalah 0.0004 g/m³ dan saat surut adalah 1.254 g/m³
- Saat akan pasang dan pasang tertinggi terlihat arus akan bergerak memasuki muara menuju hulu sungai, sedimen cenderung tertahan oleh arus di bagian hulu dan akhirnya mengendap di daerah muara.
- Saat kondisi akan surut dan surut tertinggi, terlihat aliran arus akan bergerak menuju lautan. Sedimen bergerak mengikuti aliran arus surut dan terdorong arus di bagian hulu. Sehingga sedimen dapat bergerak maksimal sampai menuju keluar muara dan akhirnya mengendap di daerah tersebut.

Analisa Perubahan Dasar Perairan

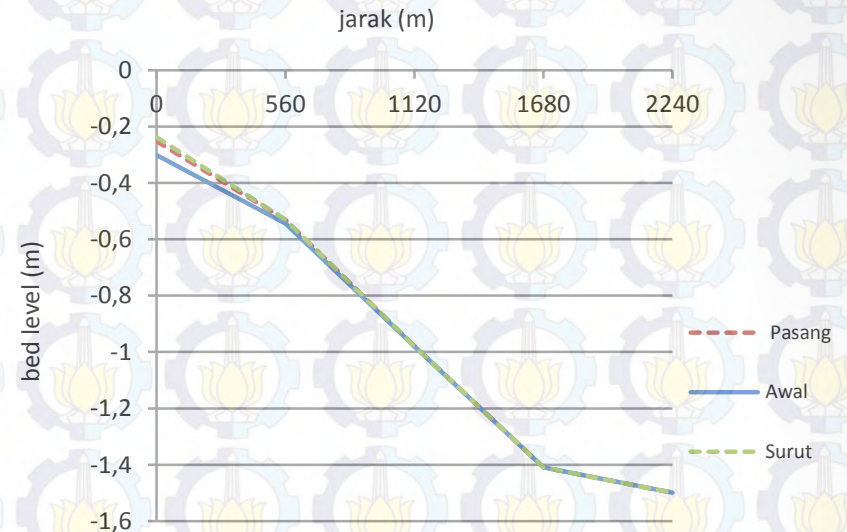
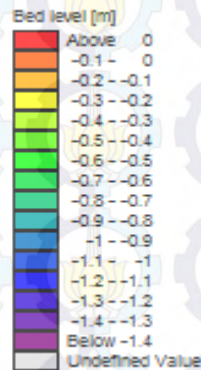
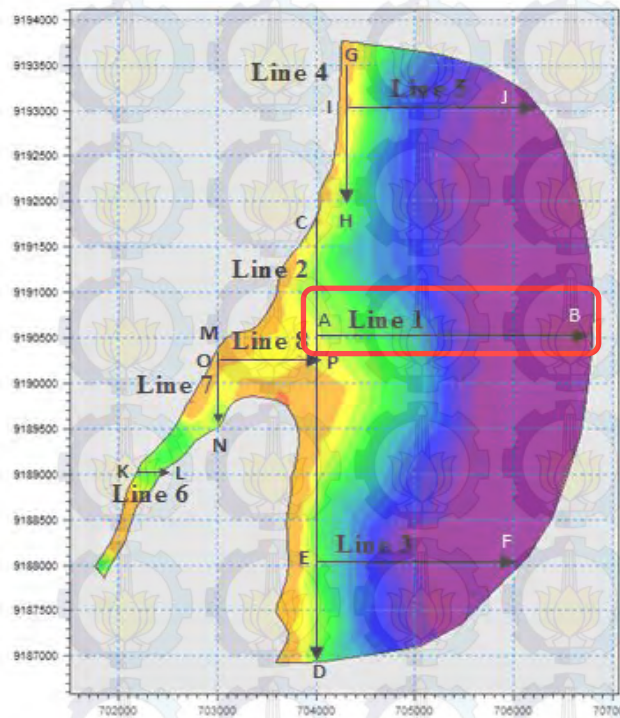
- Garis tinjau analisa pemodelan



Koordinat garis tinjau analisa pemodelan (UTM)

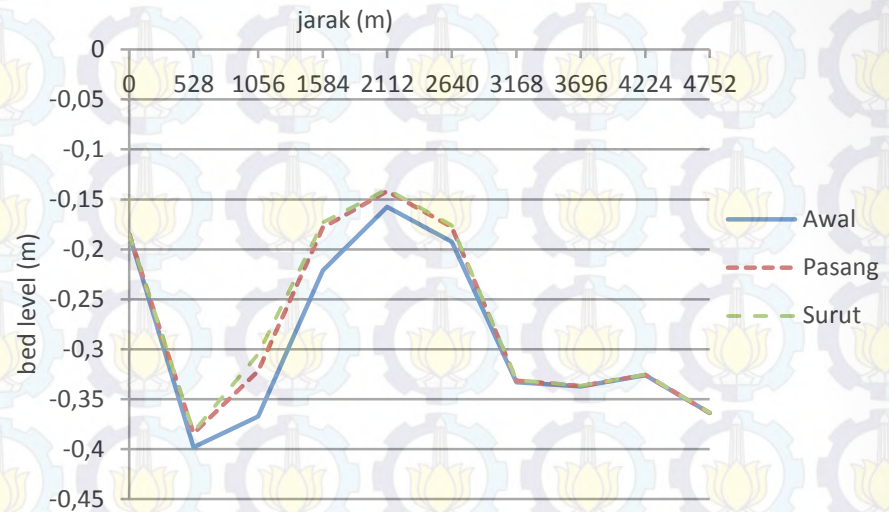
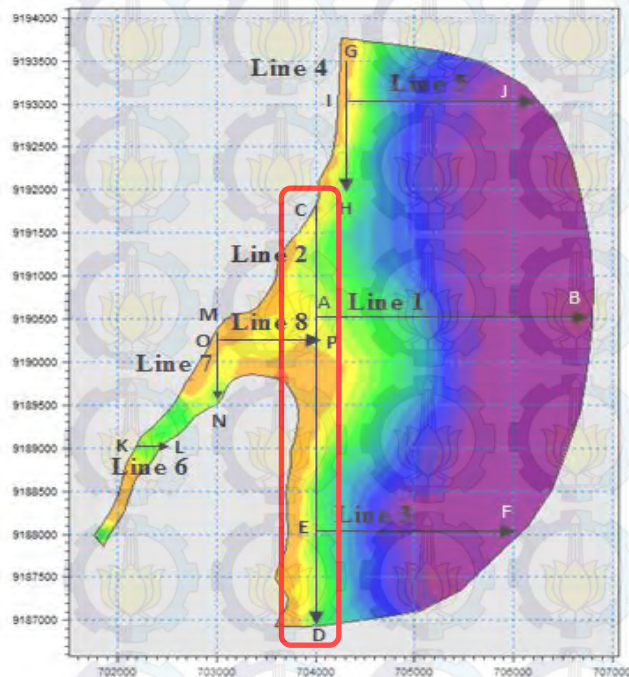
Line	Start	End
1	A (704000, 9190500)	B (706800, 9190500)
2	C (704000, 9191750)	D (704000, 9187000)
3	E (704000, 9188000)	F (706000, 9188000)
4	G (704300, 9193500)	H (704300, 9192000)
5	I (704200, 9193000)	J (706180, 9193000)
6	J (702160, 9189000)	L (702400, 9189000)
7	M (703000, 9190350)	N (703000, 9189500)
8	O (702980, 9190250)	P (704000, 9190250)

Garis tinjau *Line 1*



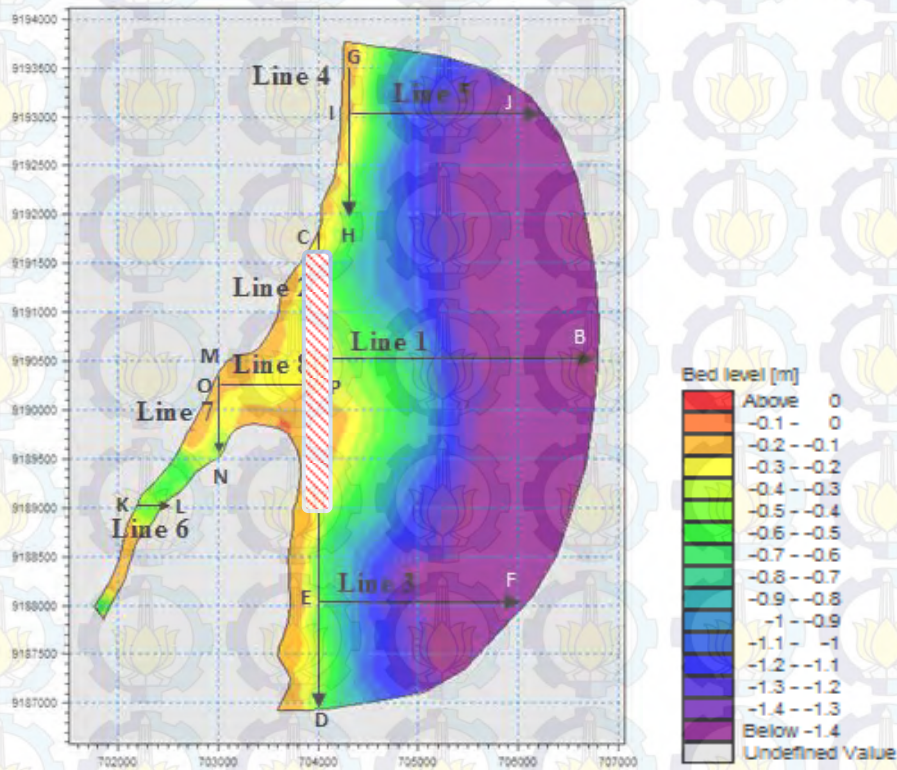
- Koordinat *Line 1* mulai dari A (704000, 9190500) dan berakhir di B (706800, 9190500)
- Tidak terjadi perubahan secara signifikan.
- Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.0121 meter dan surut adalah 0.0155 meter.

Garis tinjau *Line 2*



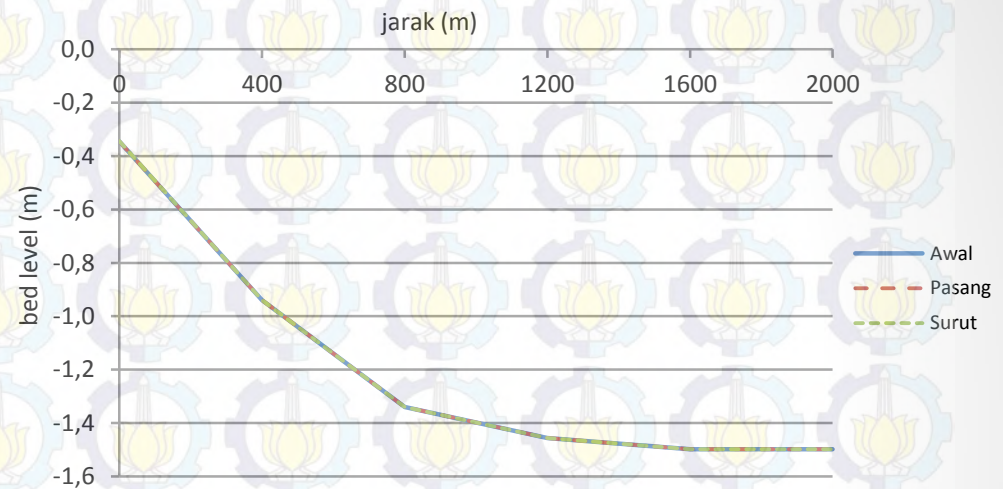
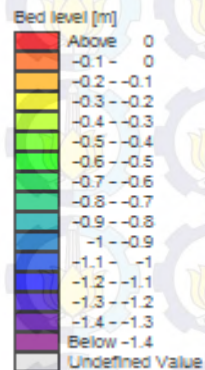
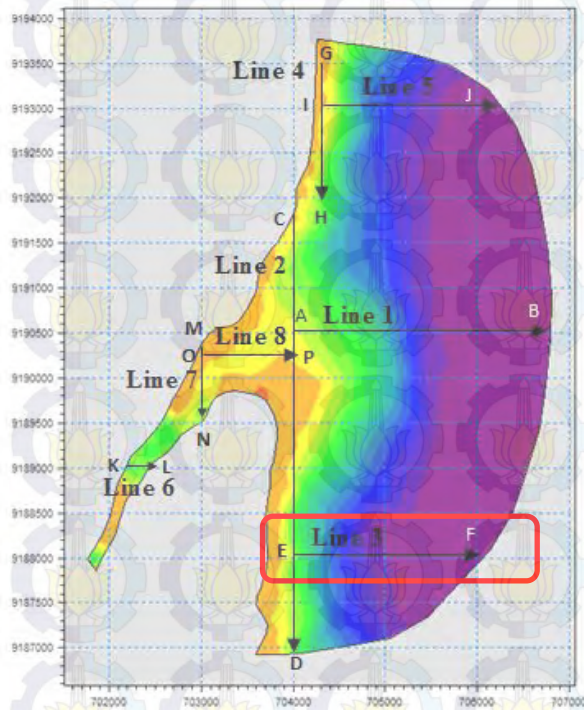
- Koordinat *Line 2* mulai dari C (704000, 9191750) dan berakhir di D (704000, 9187000)
- Terjadi perubahan profil dasar perairan.
- Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.0135 meter dan surut adalah 0.0164 meter.

Volume garis tinjau *Line 2*



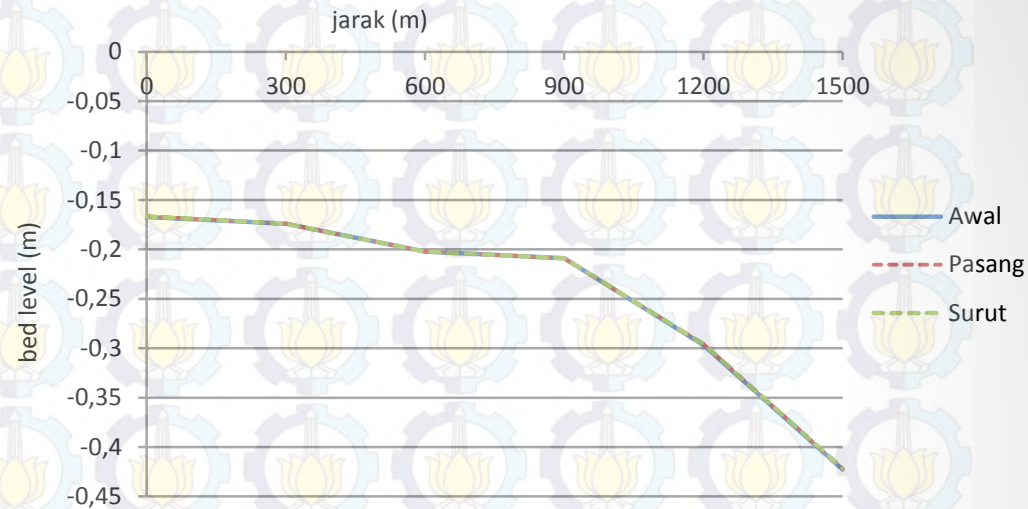
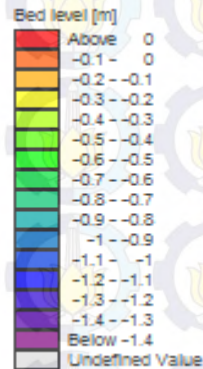
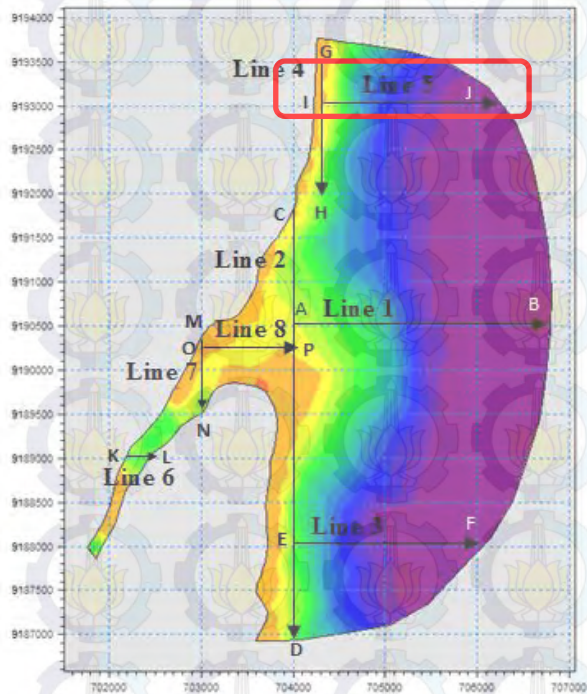
- Daerah perhitungan *net* volume seperti gambar yang diarsir. Metode yang digunakan adalah metode *Cut and Fill*. Didapatkan volume sebesar 4,827.8 m³

Garis tinjau *Line 3*



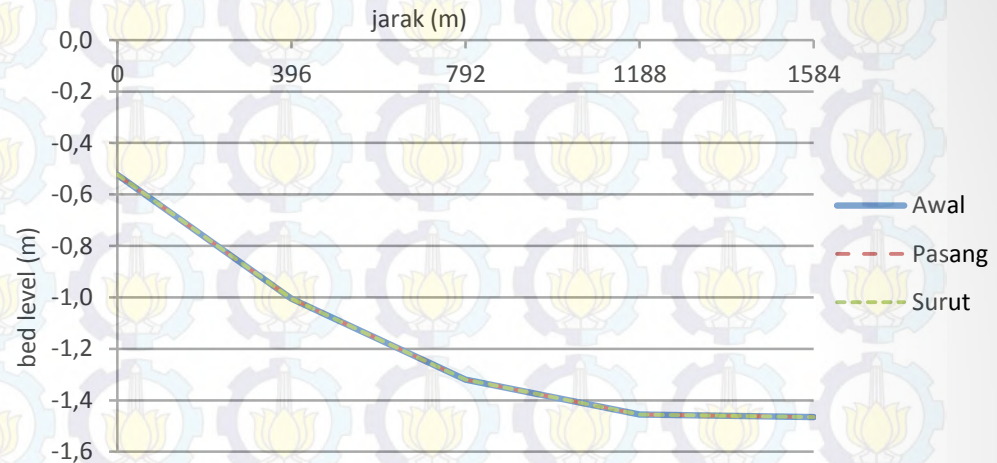
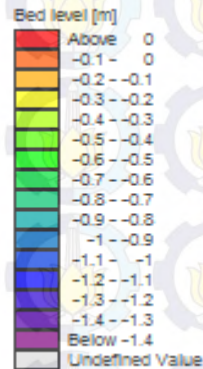
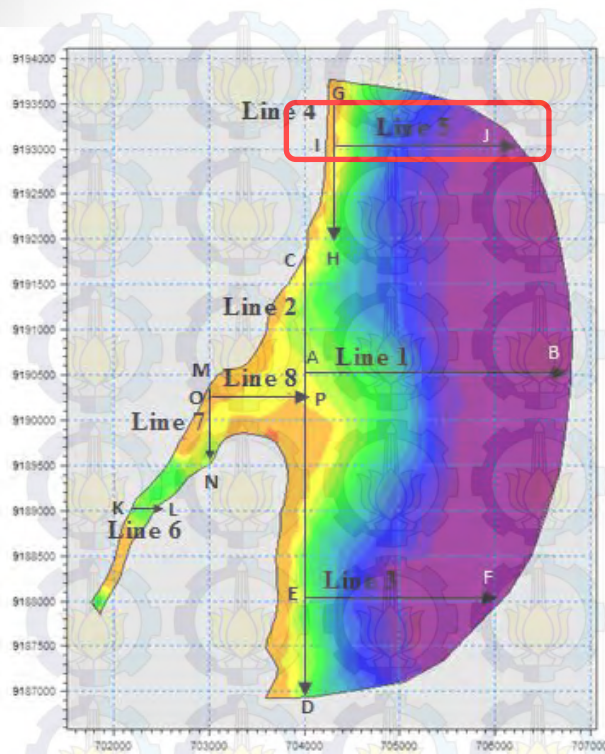
- Koordinat *Line 3* mulai dari E (704000, 9188000) dan berakhir di F (706000, 9188000)
- Tidak terjadi perubahan secara signifikan.
- Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.00016 meter dan surut adalah 0.00031 meter.

Garis tinjau Line 4



- Koordinat *Line 4* mulai dari G (704300, 9193500) dan berakhir di H (704300, 9192000)
- Tidak terjadi perubahan secara signifikan.
- Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.00048 meter dan surut adalah 0.00056 meter.

Garis tinjau *Line 5*



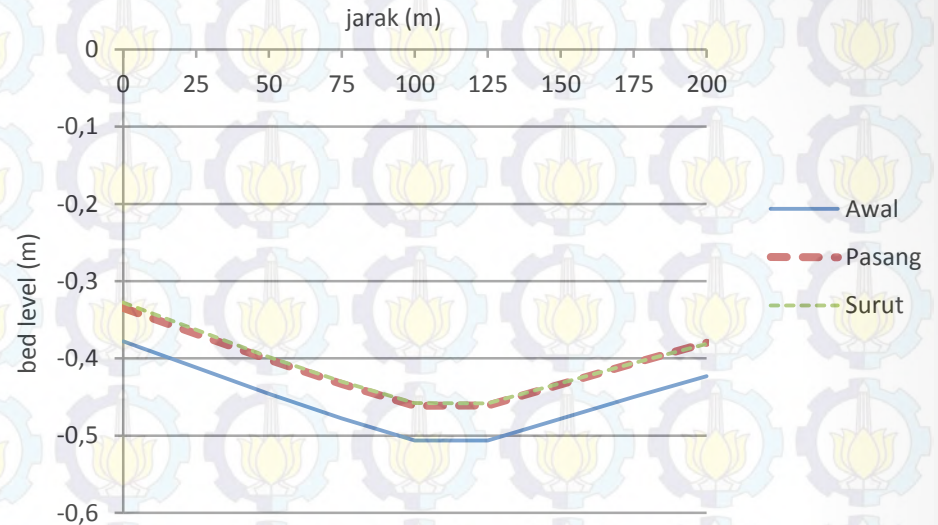
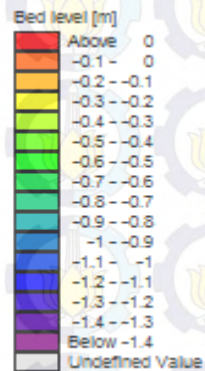
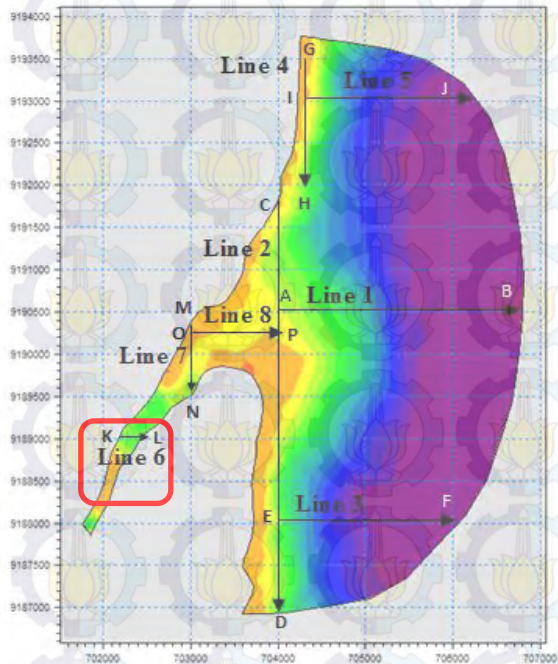
- Koordinat *Line 5* mulai dari I (704200, 9193000) dan berakhir di J (706180, 9193000).
- Tidak terjadi perubahan secara signifikan.
- Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.00014 meter dan surut adalah 0.00037 meter.

Kumpulan nilai perubahan profil dasar perairan dan rata-ratanya

<i>Line</i>	Pasang (m)	Surut (m)
1	0.0121	0.0155
2	0.0135	0.0164
3	0.00016	0.00056
4	0.00048	0.00031
5	0.00014	0.00037
Rata-rata :	0.0053	0.0066

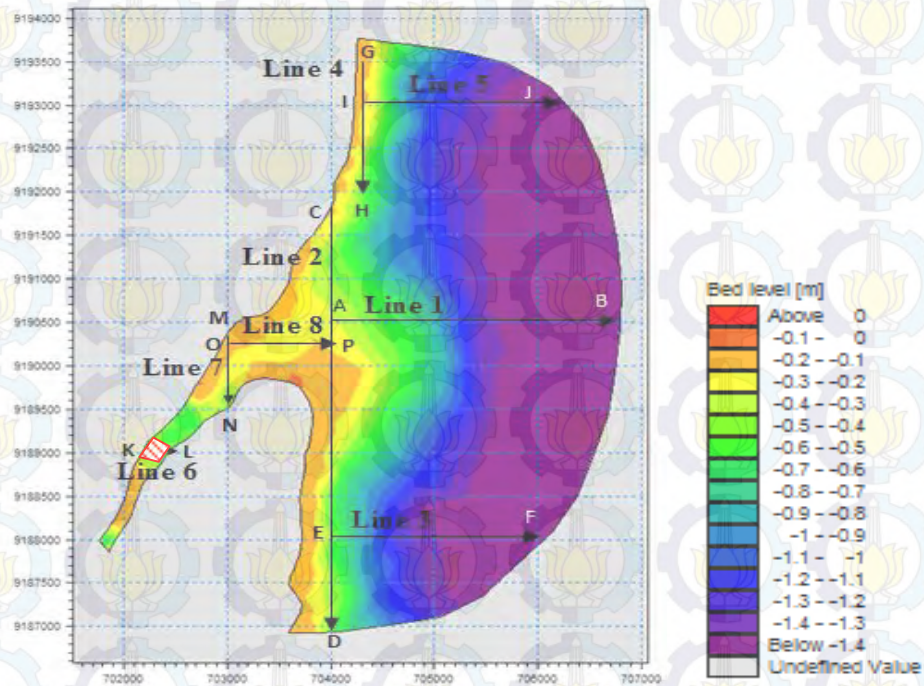
- Rata-rata perubahan profil dasar perairan di daerah muara ke arah laut saat kondisi pasang adalah 0.0053 meter dan surut adalah 0.0066 meter.
- Nilai konsentrasi sedimen rata-rata daerah muara ke arah laut di saat pasang sebesar 0.00056 g/m^3 sedangkan saat surut sebesar 1.73 g/m^3 .
- Hanya *Line* 2 terjadi pendangkalan.

Garis tinjau *Line 6*



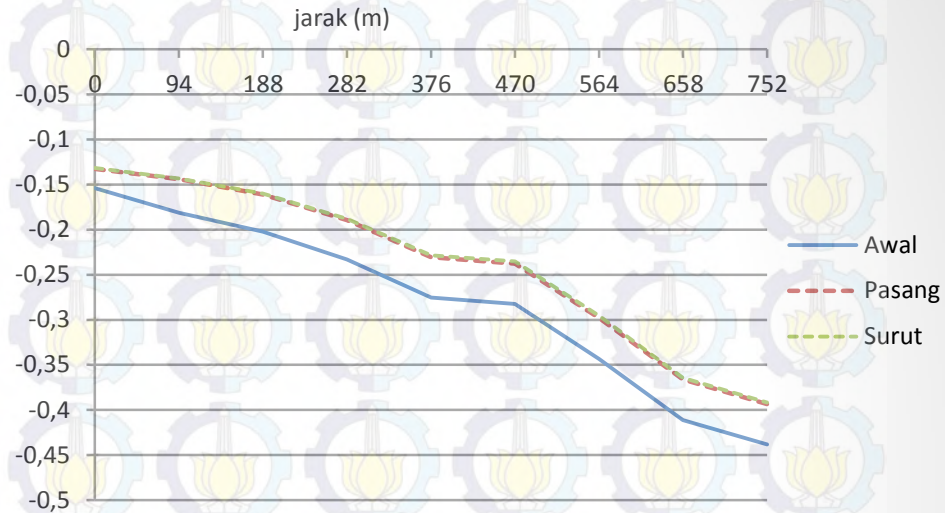
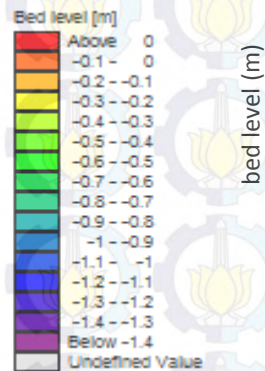
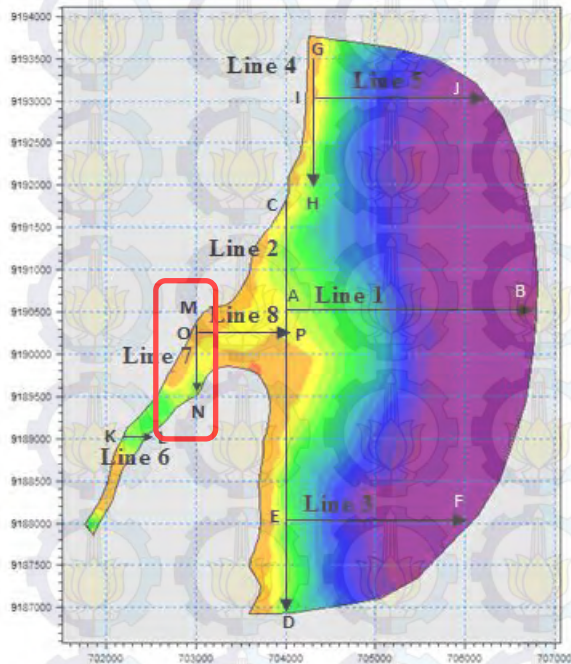
- Koordinat *Line 6* mulai dari J (702160, 9189000) dan berakhir di L (702400, 9189000).
- Terjadi perubahan profil dasar perairan .
- Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.044 meter dan surut adalah 0.047 meter.

Volume garis tinjau *Line 6*



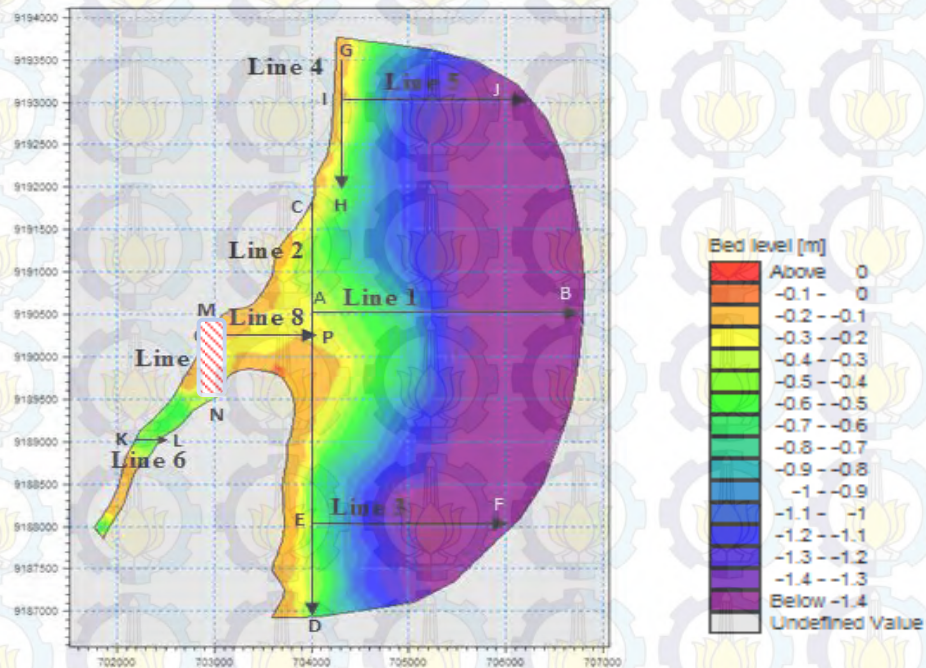
- Daerah perhitungan *net* volume seperti gambar yang diarsir. Metode yang digunakan adalah metode *Cut and Fill*. Didapatkan volume sebesar 228.4 m³

Garis tinjau *Line 7*



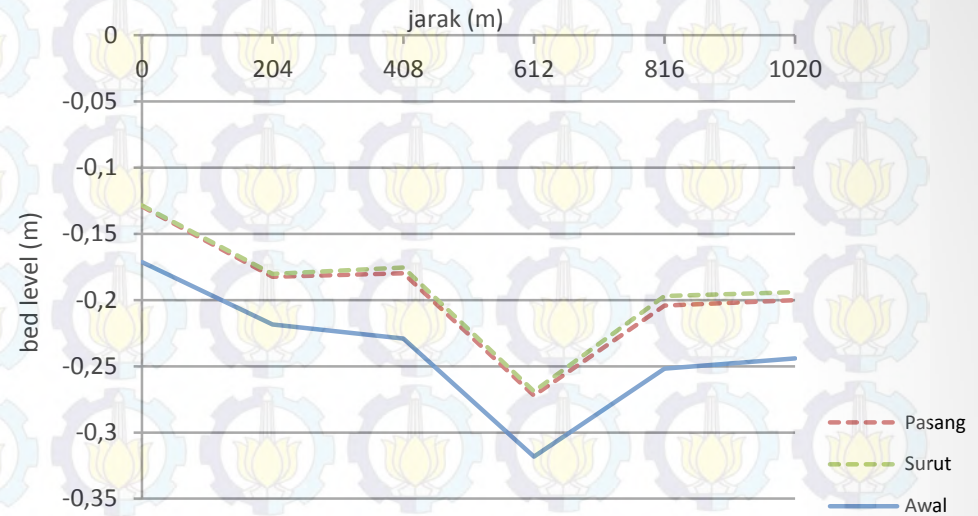
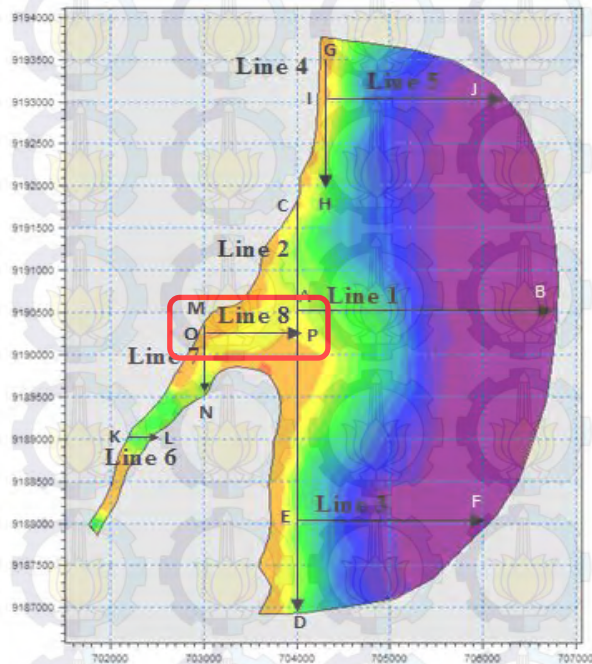
- Koordinat *Line 7* mulai dari M (703000, 9190350) dan berakhir di N (703000, 9189500).
- Terjadi perubahan profil dasar perairan .
- Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.041 meter dan surut adalah 0.042 meter.

Volume garis tinjau *Line 7*



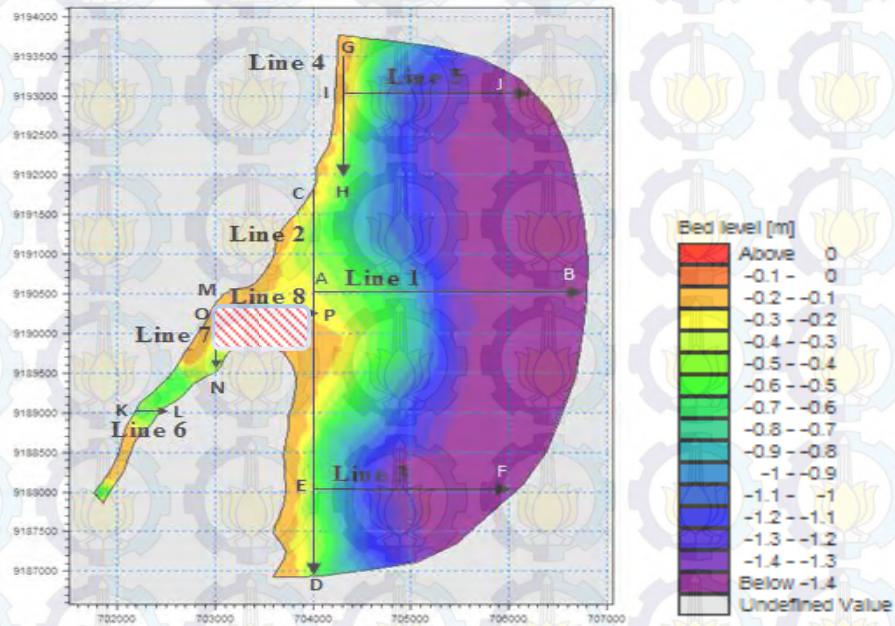
- Daerah perhitungan *net* volume seperti gambar yang diarsir. Metode yang digunakan adalah metode *Cut and Fill*. Didapatkan volume sebesar 727.91 m³.

Garis tinjau *Line 8*



- Koordinat *Line 8* mulai dari O (702980, 9190250) dan berakhir di P (704000, 9190250).
- Terjadi perubahan profil dasar perairan .
- Perubahan dasar perairan rata-rata saat kondisi pasang adalah 0.044 meter dan surut adalah 0.048 meter.

Volume garis tinjau *Line 8*



- Daerah perhitungan *net* volume seperti gambar yang diarsir. Metode yang digunakan adalah metode *Cut and Fill*. Didapatkan volume sebesar 1465.82 m³.

Kumpulan nilai perubahan profil dasar perairan dan rata-ratanya

<i>Line</i>	Pasang (m)	Surut (m)
6	0.044	0.047
7	0.041	0.042
8	0.044	0.048
Rata-rata :	0.043	0.046

- Rata-rata perubahan profil dasar perairan di daerah muara ke badan sungai saat kondisi pasang adalah 0.043 meter dan surut adalah 0.046 meter.
- Nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang sebesar 0.017 g/m^3 sedangkan saat surut sebesar 7.72 g/m^3 .
- Hampir seluruh badan sungai mengalami pendangkalan.

Volume Pendangkalan

Line	Volume (m ³)		
	Sedimentasi	Erosi	Dominan
2	6787,65	1959,75	Sedimentasi
6	328,21	99,72	Sedimentasi
7	1254,39	526,48	Sedimentasi
8	1531,35	65,52	Sedimentasi

- Dari tiga buah garis tinjau yang dianalisa, di sekitar muara ke arah badan sungai, *Line 6*, *Line 7*, *Line 8* mengalami sedimentasi. Hal ini dapat dilihat dari hasil perhitungan volume dengan metode *cut and fill* yang menunjukkan sedimentasi lebih besar daripada erosi.

Kesimpulan

- Pola arus dipengaruhi oleh aliran pasang surut air laut. Besar kecepatan arus yang didapatkan dari hasil simulasi di badan sungai adalah sekitar 0.0 – 0.18 m/s, sementara di daerah muara kecepatan arus sedikit lebih besar, yaitu sekitar 0.0 – 0.21 m/s.
- Dalam sebaran sedimennya, saat pasang sedimen cenderung tertahan oleh arus di bagian hulu dan mengendap di muara. Saat surut sedimen bergerak mengikuti aliran arus dan terdorong oleh arus dari bagian hulu, sehingga dapat bergerak dengan maksimal sampai keluar muara dan angkutan sedimen akhirnya mengendap di daerah tersebut. Nilai konsentrasi sedimen rata-rata saat pasang adalah 0.0004 g/m³ dan saat surut adalah 1.254 g/m³.
- Besar nilai perubahan profil dasar perairan di daerah muara ke badan laut saat kondisi pasang adalah 0.0053 meter dan surut adalah 0.0066 meter. Sedangkan daerah badan sungai nilai perubahan dasar perairan saat pasang adalah 0.043 meter dan surut adalah 0.046 meter. Dari beberapa lokasi yang ditinjau perubahan profil dasar perairan di depan mulut muara dan badan sungai mengalami sedimentasi. Dengan nilai volume sedimen di *Line 2* sebesar 4827.89 m³, *Line 6* sebesar 228.49 m³, *Line 7* sebesar 727.91 m³ dan *Line 8* sebesar 1465.83 m³.

Saran

- Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai prediksi ke depan untuk volume sedimen dalam beberapa tahun ke depan.
- Perhitungan perubahan dasar dan volumenya akan lebih baik lagi bila divalidasi agar penghitungan dapat akurat dan teliti.
- Simulasi numerik dilakukan hanya 15 hari sedangkan untuk memprediksi akumulasi sedimen diperlukan waktu pengamatan dalam hitungan tahun.

The background of the slide features a repeating pattern of light blue gears, each containing a yellow lotus flower. The pattern is arranged in a grid that covers most of the slide area. On the right side, there is a vertical blue gradient bar. The text "Terima Kasih....." is centered on the left side of the slide.

Terima Kasih.....